



Réforme des retraites en France : évaluation de la mise en place d'un système par comptes notionnels

Xavier Chojnicki, Riccardo Magnani

► To cite this version:

Xavier Chojnicki, Riccardo Magnani. Réforme des retraites en France : évaluation de la mise en place d'un système par comptes notionnels. *Economie et Prévision*, 2012, 200-201, pp.69-90. hal-01362452

HAL Id: hal-01362452

<https://hal.science/hal-01362452>

Submitted on 10 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RÉFORME DES RETRAITES EN FRANCE : ÉVALUATION DE LA MISE EN PLACE D'UN SYSTÈME PAR COMPTES NOTIONNELS

Xavier Chojnicki, Riccardo Magnani

La Doc. française | « *Economie & prévision* »

2012/2 n° 200-201 | pages 69 à 90

ISSN 0249-4744

Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://www.cairn.info/revue-economie-et-prevision-2012-2-page-69.htm>

Pour citer cet article :

Xavier Chojnicki, Riccardo Magnani, « Réforme des retraites en France : évaluation de la mise en place d'un système par comptes notionnels », *Economie & prévision* 2012/2 (n° 200-201), p. 69-90.

Distribution électronique Cairn.info pour La Doc. française.

© La Doc. française. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Réforme des retraites en France : évaluation de la mise en place d'un système par comptes notionnels

Xavier Chojnicki^(*)

Riccardo Magnani^(**)

Le système français de retraite par répartition fait face à un défi de taille : comment absorber le choc démographique découlant du départ à la retraite des générations du baby-boom et de l'augmentation de l'espérance de vie ? Ce système est fondé sur le principe de la répartition : les cotisants d'aujourd'hui financent les pensions des retraités d'aujourd'hui et s'ouvrent en parallèle des droits à la retraite qui seront financés par les cotisants de demain. Il n'a pas été conçu pour absorber un choc démographique comme celui que va connaître la population française à l'horizon du demi-siècle à venir. En effet, l'allongement continu de la durée de vie induit, en l'absence de réformes, un accroissement de la période de retraite, qui pèse sur l'équilibre du système. En outre, le départ massif à la retraite des générations du baby-boom entre 2005 et 2030 réduit fortement le rapport du nombre de cotisants par retraité, même si, contrairement à ses voisins, la France peut compter sur une fécondité proche du seuil de renouvellement des générations.

Après plusieurs réformes paramétriques, une réforme structurelle du système est régulièrement évoquée, qui conserve le principe de la répartition mais en la réorganisant pour passer à un système par comptes notionnels. Dans ce système, adopté en Suède en 1994 et en Italie en 1995, les pensions de chaque individu sont calculées de façon à égaliser la valeur des cotisations qu'il a versées et la valeur des pensions qu'il va recevoir au cours de sa période de retraite. Le principe de base est donc inspiré de la capitalisation, les cotisations acquittées chaque année étant virtuellement créditées sur un compte individuel. Toutefois, le système continue de fonctionner par répartition, ce qui le préserve des incertitudes sur le rendement des marchés financiers. Une telle réforme pourrait être également l'occasion de rendre plus homogène un système où coexistent une multitude de caisses aux règles de fonctionnement différentes, en lui substituant un système dont la gestion serait plus simple et transparente. Elle permettrait aussi de prendre en compte automatiquement, dans le calcul des pensions, tout accroissement de l'espérance de vie et toute modification du rythme de croissance économique.

L'objectif de cet article est d'évaluer les effets d'une transformation du système actuel de retraite français en un système par comptes notionnels. L'analyse est effectuée à l'aide d'un modèle d'équilibre général à générations imbriquées. Contrairement à la plupart des outils

(*) Equipe, Université de Lille, Cepii et Chaire Transitions démographiques, Transitions économiques.

E-mail : xavier.chojnicki@univ-lille3.fr.

(**) CEPN, Université de Paris 13 et Cepii.

Nous remercions Agnès Benassy-Quéré ainsi que deux rapporteurs anonymes pour leurs commentaires judicieux. Nous restons cependant seuls responsables des erreurs éventuelles.

Article accepté le 17 avril 2013.

Cet article n'engage que leurs auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent. Il n'engage *a fortiori* ni la Direction générale du Trésor, ni le ministère des Finances et des Comptes publics, ni le ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique.

utilisés dans ce type d'analyse, ce modèle permet de prendre en compte les effets de bouclage macroéconomique pour différents environnements d'ouverture économique. Ainsi, les effets de retour des réformes tant sur les marchés du capital et du travail que sur la croissance sont calculés par le modèle et non définis de manière exogène, ce qui affecte finalement l'impact des réformes sur l'équilibre des régimes des retraites.

En particulier, nous simulons les effets de la mise en place progressive, entre 2015 et 2030, d'un système unique par comptes notionnels se substituant entièrement, à terme, à tous les régimes actuels, de base et complémentaires. L'introduction d'un système de comptes notionnels nécessite plusieurs choix de la part du décideur politique. En particulier, nous considérons ici un taux de cotisation fixé de manière à maintenir constante la masse des cotisations découlant de l'ancien système à la date de début de la transition, un taux de rendement appliqué aux cotisations versées égal au taux de croissance annuel du PIB, un taux d'actualisation des pensions égal au taux de croissance de la productivité et une indexation des pensions sur les prix. Par rapport à notre scénario de référence, les résultats des simulations montrent que l'introduction progressive d'un système par comptes notionnels permettrait d'obtenir une importante réduction des besoins de financement, de l'ordre de 0,8 point de PIB à l'horizon 2030.

Ensuite, nous évaluons la stabilité du système par comptes notionnels relativement au système de retraite actuel, en comparant les réactions de chacun des deux systèmes à un certain nombre de chocs démographiques, économiques ou institutionnels. En considérant les effets sur les besoins de financement, les résultats de nos simulations montrent que le système par comptes notionnels réagit mieux, par rapport au système actuel, dans le cas d'une augmentation de l'espérance de vie ou d'un ralentissement de la productivité du travail. Les deux systèmes réagissent de façon très similaire dans le cas d'une baisse de la fécondité et d'une hausse du taux de chômage. A contrario, dans le cas d'un alourdissement des cotisations, l'effet sur les besoins de financement dans un système par compte notionnels est évidemment négatif, du fait d'un accroissement parallèle de la valeur des pensions.

Malgré plusieurs réformes d'importance depuis le milieu des années 1990, la pérennité financière du système français de retraite n'est pas assurée et soulève de nombreuses inquiétudes quant à l'évolution du niveau des retraites. Ce système est fondé sur le principe de la répartition : les cotisants d'aujourd'hui financent les pensions des retraités d'aujourd'hui et s'ouvrent en parallèle des droits à la retraite qui seront financés par les cotisants de demain. Ce système n'a pas été conçu pour absorber un choc démographique comme celui que va connaître la population française à l'horizon du demi-siècle à venir. En effet, l'allongement continu de la durée de vie induit, en l'absence de réformes, un accroissement de la période de retraite qui pèse sur l'équilibre financier du système. En outre, le départ massif à la retraite des générations du *baby-boom* entre 2005 et 2030 réduit fortement le rapport du nombre de cotisants par retraité, même si, contrairement à ses voisins, la France peut compter depuis plusieurs années sur une fécondité proche du seuil de renouvellement des générations.

Plusieurs réformes paramétriques⁽¹⁾ ont été réalisées depuis 1993, la dernière en date au moment de la réalisation de notre étude en 2012 relevant notamment l'âge légal de départ à la retraite. Depuis 2010, une réforme plus structurelle du système est cependant régulièrement évoquée. Ainsi, un article de la réforme adoptée fin octobre 2010 prévoit une réflexion portant sur une réforme structurelle du système, conservant le principe de la répartition mais la réorganisant pour passer à un système universel par points ou en comptes notionnels. Cet article évalue précisément les effets d'un passage du système de retraite français en un système par comptes notionnels. Dans ce système, déjà introduit par exemple en Suède et en Italie, les pensions de chaque individu sont calculées de façon à égaliser la valeur des cotisations qu'il a versées et la valeur des pensions qu'il va recevoir au cours de sa période de retraite. Le principe de base est donc inspiré de la capitalisation, les cotisations acquittées chaque année étant virtuellement créditées sur un compte individuel (d'où le terme "notionnel"). Toutefois, le système continue de fonctionner par répartition, ce qui le préserve des incertitudes sur le rendement des marchés financiers. Enfin, en introduisant une plus grande rigueur dans la gestion du système, les comptes notionnels permettent d'éviter que le pilotage financier du système ne se fasse par un empilement de réformes paramétriques, comme cela est le cas depuis une vingtaine d'années : toute anticipation ou report de l'âge de la retraite n'a pas d'effet sur la situation financière du régime à long terme ; tout accroissement de l'espérance de vie est automatiquement répercuté par une baisse du taux de remplacement ; toute modification du rythme de croissance économique est intégrée dans le calcul des pensions.

Le passage à un système par comptes notionnels a été défendu par Bozio et Piketty (2008). Il a également été étudié à la demande du parlement par le Conseil d'orientation des retraites (COR) (COR, 2010a). Dans son septième rapport, le COR a présenté les modalités techniques et juridiques de la transition vers un tel système, ainsi que plusieurs évaluations réalisées par son Secrétariat général (sur la base d'un modèle stylisé), par Blanchet (2009) de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) (en supposant une application immédiate du nouveau système) et par Albert et Oliveau (2009) de la Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav) (uniquement pour le régime général).

Plusieurs outils de prospective quantitative ont été élaborés ces dernières années dans la majorité des pays développés. Une première distinction de fond entre ces outils peut être faite entre les modèles d'équilibre général, d'une part, et les modèles "comptables", d'autre part. Une autre source de distinction porte sur la nature, plus ou moins explicite, des fondements théoriques à l'origine des comportements économiques des agents du modèle. Les modèles d'équilibre partiel utilisent des scénarios démographiques et économiques exogènes (activité, emploi, productivité et coût des facteurs). Ainsi, la maquette de projection du système de retraite réalisée à la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) (Bac *et alii*, 2003) ou les projections effectuées par le COR (2001, 2006, 2007, 2010b, 2012), raisonnent implicitement avec un agent représentatif (par génération et par genre) et sous une hypothèse de stabilité du capital par unité de travail efficace. Autrement dit, l'économie se situe implicitement sur son sentier de croissance équilibrée de long terme. La finalité de ces instruments est essentiellement d'analyser l'impact de variantes socio-démographiques et de réformes paramétriques des régimes de retraite sur la soutenabilité de ceux-ci. Les modèles de microsimulation tels que celui de l'équipe Destinie⁽²⁾ (Blanchet *et alii*, 2011) intègrent des scénarios macro-économiques exogènes, notamment en matière de production et de prix des facteurs. Leur objectif est d'analyser l'ensemble des trajectoires individuelles d'une multitude d'agents face à des changements des prélèvements et transferts sociaux et budgétaires. L'accent est donc mis sur les aspects redistributifs des réformes, sans que celles-ci interagissent avec les variables macro-économiques.

La seconde catégorie d'outils est constituée par les modèles d'équilibre général. Les modèles micro-fondés appliqués aux questions liées au vieillissement démographique se sont développés à la suite des travaux d'Auerbach et Kotlikoff (1987). Alimentés par des projections démographiques exogènes, ces modèles fonctionnent de manière telle que la dynamique de l'économie est entièrement expliquée par les réactions des agents rationnels et

optimisateurs, en particulier par leur comportement d'épargne pour motif de cycle de vie dans un cadre d'anticipations parfaites. Les analyses effectuées au moyen de ce type de modèle souffrent d'un défaut majeur : leur complexité interdit en général de tenir compte d'une hétérogénéité des individus au sein d'une même cohorte. Certains travaux de nature plus académique cherchent cependant à rendre compte de façon conjointe de l'hétérogénéité des trajectoires individuelles, de la distribution des richesses et des grandeurs des variables agrégées (Hairault *et alii*, 2004 ; Hénin et Weitzenblum, 2004). Cependant, l'extrême complexité du calcul numérique des dynamiques endogènes de l'économie incite en général à simplifier certains comportements et mécanismes macroéconomiques clés. Ces travaux perdent alors de leur vertu en termes de prospective quantitative.

Afin d'aborder de façon plus spécifique des considérations macro-économiques et non pas seulement comptables, mais aussi redistributives en matière de financement des régimes de retraite, nous développons ici un modèle "hybride". Il s'agit d'un modèle d'équilibre général à générations imbriquées d'agents hétérogènes dans lequel seuls les comportements clés en matière de réaction au phénomène du vieillissement démographique sont spécifiés de façon détaillée, soit : la rémunération des facteurs (travail et capital), l'accumulation de la richesse par âge, l'évolution des revenus au cours du cycle de vie et les comportements d'activité des seniors. Ce modèle de croissance est dans l'esprit de celui proposé par Blanchet (1992) : les anticipations des agents restent statiques et les propensions marginales à consommer pour chaque groupe d'âges sont fixées. Les comportements d'épargne et la spécification du marché du travail sont comparables à ceux proposés par d'Autume et Quinet (2001). La prise en compte d'agents hétérogènes au sein d'une même cohorte permet, en outre, d'évaluer l'impact des règles propres au système de retraite français sur la situation des agents.

Dans cet article, nous analysons les effets d'une transformation du système actuel de retraite français en un système par comptes notionnels. Nous simulons un premier scénario avec mise en place progressive, entre 2015 et 2030, d'un système unique par comptes notionnels se substituant entièrement, à terme, à tous les régimes actuels, de base et complémentaires. Nous montrons que des effets légèrement positifs en termes de financement peuvent apparaître sur l'horizon de projection. Toutefois, ces effets sont entièrement dépendants du paramétrage du système. De plus, des impacts redistributifs importants peuvent également découler de la transformation en un régime unique de notre système de retraite actuel, où coexistent une multitude de régimes de retraite aux règles de fonctionnement différentes. Pour terminer, nous montrons qu'un système de comptes notionnels

présente globalement l'avantage d'une meilleure capacité d'adaptation aux chocs qui pourraient se produire.

La suite de cet article se présente de la manière suivante. Dans la première partie, nous présentons le cadre macroéconomique d'analyse ainsi que la modélisation du système de retraite actuellement en place. Nous présentons ensuite l'équilibre du modèle (deuxième partie) puis proposons une description de notre scénario de référence (troisième partie). Nous discutons des effets de la mise en place d'un système par comptes notionnels dans la quatrième partie. Enfin, la cinquième partie compare les mécanismes d'ajustement d'un système par comptes notionnels par rapport au système actuel suite à des chocs démographiques, économiques et institutionnels.

La structure du modèle

Un reproche couramment adressé aux exercices usuels de projection des retraites est de ne s'en tenir qu'à une vision comptable et en équilibre partiel, en ne prenant en compte ni l'incidence des changements démographiques sur l'équilibre économique ni les effets des choix retenus en matière de retraite sur ce même environnement économique, tels que l'impact sur le marché du travail et des capitaux ou sur les taux d'activité des seniors. Pour cette raison, nous développons ici une approche caractérisée par des interactions entre l'évolution démographique, la gestion du système de retraite, l'équilibre du marché du travail et l'équilibre macroéconomique. Dans cet objectif, nous utilisons une version actualisée du modèle Olgamap (*OverLapping Generations Applied Model to Ageing and Pensions*) développé au Centre d'études prospectives et d'informations internationales (Cepii)⁽³⁾. Une telle approche bouclée distingue ce travail de la plupart des autres études sur le sujet.

Population et activité

L'évolution démographique

Le scénario central des projections démographiques de l'Insee au moment de la réalisation de notre étude (Blanpain et Chardon, 2010) constitue le bloc démographique du modèle. Avant 2007, les pyramides des âges utilisées proviennent des données historiques. À l'horizon du demi-siècle à venir, l'évolution de la population française est marquée par les traits suivants :

- la population totale en 2050 devrait s'élever à environ 72 millions d'habitants, soit un gain de plus de 11 millions d'individus par rapport à 2005 (tableau 1) ;
- ces perspectives favorables se retrouvent dans l'évolution de la population en âge de travailler.

Celle-ci connaît une hausse sur la décennie 2000 pour atteindre près de 41 millions d'individus en 2010, avant de s'inscrire sur une trajectoire relativement stable jusqu'en 2040 ;

– les données du tableau 1 mettent en évidence l'allongement de l'espérance de vie comme la cause principale du vieillissement démographique. Le ratio de dépendance (qui rapporte la population âgée de 65 ans et plus à la population des 15-64 ans, c'est-à-dire en âge de travailler et susceptible de verser des cotisations sociales) est un bon indicateur de ce processus. Il devrait passer de 25,2 % en 2005 à 45,8 % en 2050.

La population active et sa structure

À chaque période coexistent différentes générations g . Les individus se distinguent, en outre, par leur genre s et leur catégorie professionnelle c . L'horizon temporel de l'étude est la période 2005-2050, les générations concernées par le modèle sont donc celles nées entre 1899 et 2049. L'âge de chaque individu est défini à la date t par $a(t, g) = t - g$. Nous distinguons la population par catégories socio-professionnelles (CSP) afin de tenir compte de la variété des régimes de retraite en France : cadres (ca), non cadres (nc) et fonctionnaires (f) ($c \in \{ca, nc, f\}$). La taille de la population du type (g, s, c) à la date t est donnée par $N(t, g, s, c)$. Chaque catégorie d'individus est représentée, à chaque date, par un individu représentatif. Ce dernier est ainsi à un même instant employé-chômeur-inactif.

L'âge de fin d'études $E(g, s, c)$ joue un rôle important dans le modèle. Combiné à l'âge de liquidation de la retraite, il détermine la durée moyenne d'activité qui intervient dans le calcul des pensions. Son évolution est fondée sur les statistiques d'Eurostat⁽⁴⁾ (graphiques 1). Les taux d'activité constituent l'autre paramètre déterminant du fonctionnement du système de retraite. Par souci de simplification, la participation des individus au marché du travail est considérée comme exogène avant 59 ans et repose sur des données de l'Insee (Filatriau, 2011). Entre 59 et 74 ans, les taux d'activité sont endogènes (cf. *infra*, sous-partie "Taux d'activité des seniors").

La taille de la population active du type (g, s, c) à la date t est $N_{act}(t, g, s, c)$ telle que mesurée et projetée par l'Insee (Statistiques d'état civil et Blanpain et Chardon, 2010). La structure de la population active et les taux d'activité par CSP sont calibrés de manière à reproduire les principales caractéristiques de la population active, soit : une proportion de 22 % de cadres dans l'emploi privé total en 2005⁽⁵⁾ ; une hausse progressive du taux d'encadrement au sein de l'emploi total du secteur privé (de +12 % en 1971 à +21 % en 2000 puis +25 % en 2040) ; une proportion croissante de femmes dans la population des cadres, atteignant 33 % en 2005⁽⁶⁾ ; des recrutements massifs de fonctionnaires entre 1975 et 1985 suivis d'une stabilisation, voire d'une légère régression par la suite (en 2005, les fonctionnaires titulaires représentaient environ 16 % de l'emploi total et 57 % d'entre eux étaient des femmes⁽⁷⁾).

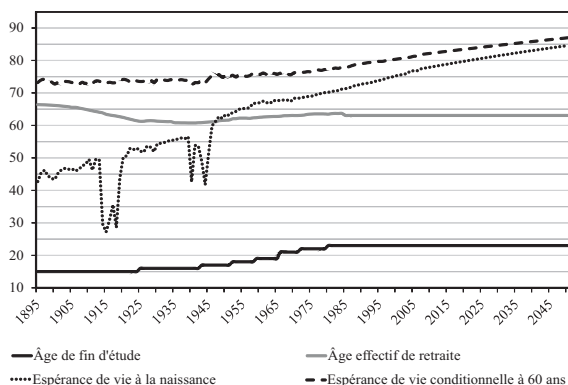
Tableau 1 : perspectives d'évolution de la population française

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Population totale (en milliers)	60 702	62 881	65 962	68 532	70 734	72 275
Population en âge de travailler (15-64 ans, en milliers)	39 531	40 767	40 704	40 745	40 696	41 285
Population de 65 ans et plus (en milliers)	9 968	10 581	13 453	16 073	18 197	18 927
Ratio de dépendance (population âgée de 65 ans et plus sur population des 15-64 ans, en %)	25,2%	26,0%	33,1%	39,4%	44,7%	45,8%
Nombre de cotisants (en milliers)	25 096	25 555	26 314	26 472	26 959	27 291
Nombre de retraités (en milliers)	12 592	14 077	16 916	19 394	20 979	21 905
Nombre de cotisants par retraité	1,99	1,82	1,56	1,36	1,29	1,25

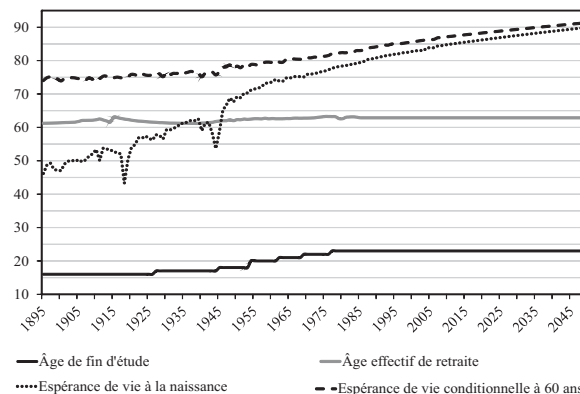
Sources : Blanpain et Chardon (2010), calculs des auteurs.

Graphiques 1 : âge de fin d'étude, espérance de vie et âge de la retraite

1.1 Hommes



1.2 Femmes



Sources : Eurostat et Insee, calculs des auteurs.

Les retraités

Nous définissons les retraités comme l'ensemble des individus âgés de plus de 75 ans, auquel s'ajoutent tous les individus de chaque classe qui sont inactifs au-delà de 60 ans. $N_{ret}(t, g, s, c)$ désigne le nombre de retraités de type (g, s, c) à la date t . Cependant, en réalité, de nombreuses pensions de retraite et autres allocations visant à rétribuer la cessation anticipée d'activité sont effectivement versées. Ainsi, à partir de 56 ans et jusqu'à l'âge légal de départ à la retraite, toute réduction de l'activité d'une génération entre deux dates successives correspond à de la pré-retraite. Cette loi d'évolution *ad hoc* a le mérite de reproduire un nombre correct de pré-retraités en 2008 et une décroissance naturelle de leur nombre du fait de l'accroissement des taux d'activité des seniors. $N_{pre}(t, g, s, c)$ désigne le nombre de pré-retraités de type (g, s, c) à la date t . $N_{ret}(t, g, s, c)$ et $N_{pre}(t, g, s, c)$ sont tirés de sources Insee (statistiques d'état civil et Blanpain et Chardon, 2010).

Nous considérons qu'à l'intérieur d'une génération, les individus peuvent se retirer à des âges différents à partir de 60 ans. Cet aspect est tout particulièrement important afin de calculer correctement la valeur des pensions servies lorsque les règles déterminant cette valeur à la liquidation sont non-linéaires (du fait notamment des mécanismes de décotes et surcotes). Afin de déterminer le nombre d'individus d'une génération partant à la retraite à un âge donné, nous supposons qu'à partir de 60 ans, toute réduction du taux d'activité correspond à un départ à la retraite. Ainsi, sur la base des taux d'activité, nous calculons pour chaque génération la fraction d'individus liquidant leur retraite entre 60 et 75 ans. Par exemple, en 2005, la pension touchée par les retraités appartenant à la génération 1940 (ayant donc 65 ans) est déterminée en considérant qu'une fraction de ces retraités est partie à la retraite à 65 ans en 2005, une autre à 64 ans en 2004, et ainsi de suite, jusqu'à la fraction partie à la retraite à 60 ans en 2000. Dès lors, l'âge moyen de départ à la retraite pour une génération est endogène dans toutes les variantes simulées (graphiques 1).

À partir des données de l'échantillon interrégimes des retraités (EIR), panel constitué à partir d'une enquête effectuée par la Drees en coopération avec l'Insee, nous déterminons la répartition des retraités par CSP. Nous évaluons la répartition des cadres retraités entre hommes et femmes sur la base des données de l'Association générale des institutions de retraite des cadres (Agirc). Une partie des cotisants à l'Institution de retraite complémentaire des agents non titulaires de l'État et des collectivités publiques (Ircantec) est rattachée au groupe "cadre".

L'ensemble de ces hypothèses nous permet d'obtenir, pour l'année 2008 12,6 millions de retraités sur un total de 13,2 millions d'individus âgés de plus de 60 ans. 14,6 % du total des retraités

sont des fonctionnaires (source : ministère de la Fonction publique). 12 % de l'ensemble des retraités sont des anciens cadres et 20 % des cadres retraités du secteur privé sont des femmes (source : Agirc).

Le secteur productif

Le secteur productif est composé d'une entreprise représentative agissant de façon concurrentielle. Cette entreprise produit un bien unique qui sert de support, soit à la consommation, soit à l'accumulation de capital physique. Ce bien est considéré comme numéraire et son prix est donc normalisé à l'unité. La production $Y(t)$ au cours de la période t s'effectue au moyen d'une combinaison de capital physique installé $K(t-1)$ et des services du facteur travail $N(t)$ à l'aide d'une fonction de production de type Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants :

$$(1) Y(t) = K(t-1)^\alpha [\Gamma(t)N(t)]^{1-\alpha}$$

où α est la part de la rémunération du capital dans la valeur ajoutée. Le niveau de connaissance dans l'économie $\Gamma(t)$ est supposé croître à taux exogène. À partir de 2010, il croît à un taux de 1,8% par an compatible avec le scénario A des projections du COR (2010b). Avant 2010, ce paramètre est calibré de façon à reproduire les taux de croissance observés de l'économie française.

La maximisation du profit en univers concurrentiel requiert l'égalisation des coûts réels des facteurs à leur productivité marginale :

$$(2) \partial Y(t) / \partial K(t-1) = r_K(t) + \delta$$

$$(3) \partial Y(t) / \partial N(t) = w(t)$$

où δ désigne le taux de dépréciation du capital physique, $r_K(t)$ le taux net de rémunération du capital physique et $w(t)$ le taux de salaire réel superbrut, ∂ désignant la dérivée partielle.

Le paramètre α est supposé constant et égal à 40 %. Nous supposons que $\delta = 5,5\%$ par an de sorte à reproduire un taux d'intérêt des obligations d'État $r_{bond} = 3,5\%$ en 2010⁽⁸⁾, chiffre qui correspond aux valeurs de long terme de d'Autume et Quinet (2001).

Salaire et chômage d'équilibre

La quantité de travail employé, $N(t)$, dépend, d'un côté, de l'évolution de la population active et, de l'autre, du niveau de salaire super brut. Suivant d'Autume et Quinet (2001), nous adoptons une approche WS-PS (*Wage-Setting Price-Setting*) pour déterminer les niveaux de salaires réels et de chômage d'équilibre au niveau agrégé. Le salaire réel super brut est alors déterminé de la manière suivante :

$$(4) \ln(w(t)) = 0,5 \ln[w(t-1)] + 0,5[a_u \theta_{cho}(t) + \ln(\Gamma(t)) + \Lambda(t)]$$

où \ln désigne le logarithme népérien. $\theta_{cho}(t)$ est le taux de chômage moyen dans l'économie. $\Lambda(t)$ est un paramètre d'ajustement étaloné, durant la phase de transition, de façon à reproduire notamment les taux de chômage historiques sur la période 2000-2009, ainsi qu'à assurer une convergence d'ici à 2020 du taux de chômage effectif vers un taux de chômage cible de 7 % (scénario pessimiste du COR, 2010b). a_u est la pseudo-élasticité de long terme du salaire réel super brut au taux de chômage. Dans les simulations, nous faisons l'hypothèse d'une élasticité unitaire en valeur absolue.

Consommation et épargne

La consommation courante $C(t, g, s, c)$ d'un individu de type (g, s, c) dépend, d'un côté, de son revenu disponible courant et, de l'autre, suivant d'Autume et Quinet (2001), de sa richesse disponible au début de la période :

$$(5) \quad C(t, g, s, c) = [1 - s(t, g)] [1 - \tilde{\tau}(t)] Inc(t, g, s, c) + c_A A(t-1, g, s, c)$$

$Inc(t, g, s, c)$ représente le revenu courant, lequel est déterminé, selon l'âge de l'individu, par la rémunération du travail (net des cotisations⁽⁹⁾), les revenus financiers, les retraites (de base et complémentaires) et les pré-retraites perçues. $\tilde{\tau}(t)$ est un taux d'imposition proportionnel appliqué au revenu courant et visant à financer les pré-retraites et une partie des pensions des fonctionnaires. $s(t, g)$ représente la propension marginale à épargner le revenu disponible, supposée exogène et indépendante de la CSP. $A(t-1, g, s, c)$ représente la richesse accumulée au début de la période et c_A la propension exogène à consommer cette richesse.

D'après (5), une fraction du revenu disponible courant, variant notamment avec l'âge, est épargnée. Aussi les comportements d'épargne et de consommation diffèrent-ils suivant les phases de cycle de vie. Les propensions marginales à épargner et à consommer la richesse sont calibrées de façon à reproduire un profil d'accumulation de patrimoine au cours du cycle de vie (Brender et Gabrielli, 2001) et un montant agrégé d'héritage conformes à l'observation (Arrondel et Laferrère, 2001). Nous faisons donc l'hypothèse que les agents ne modifient pas leur comportement d'épargne en cas d'introduction d'une réforme du système de retraite, ce qui suppose que l'hypothèse d'anticipations rationnelles n'est pas retenue.

La contrainte budgétaire instantanée des ménages, selon laquelle l'accumulation de patrimoine de l'individu est déterminée par le revenu disponible

non consommé auquel s'ajoute éventuellement un héritage, prend la forme suivante :

$$(6) \quad A(t, g, s, c) - A(t-1, g, s, c) = [1 - \tilde{\tau}(t)] Inc(t, g, s, c) - C(t, g, s, c) [1 + cout(t, g, s, c)] + h(t, g, s, c)$$

où $h(t, g, s, c)$ est l'héritage reçu par l'agent⁽¹⁰⁾. La variable $cout(t, g, s, c)$ exprime l'équivalent en termes de consommation d'un individu adulte et autonome de la consommation des enfants à charge des adultes.

Taux d'activité des seniors

Un changement systémique tel qu'un passage vers un système par comptes notionnels peut avoir des répercussions importantes en matière de participation au travail des seniors. Contrairement aux précédents exercices d'évaluation (COR, 2010a ; Blanchet, 2009 ; Albert et Oliveau, 2009), nous supposons que les taux d'activité des individus âgés de 59 à 74 ans sont déterminés sur la base d'un arbitrage entre rester sur le marché du travail et partir à la retraite⁽¹¹⁾. Les individus âgés de 59 à 74 ans choisissent, à chaque période, le taux d'activité de façon à maximiser leur fonction d'utilité et en respectant la contrainte budgétaire (équation 6)⁽¹²⁾. La fonction d'utilité intra-temporelle, pour un individu de type (g, s, c) , est supposée être de type logarithmique :

$$U(t, g, s, c) = \varepsilon(t, g, s, c) \ln[C(t, g, s, c)] + \ln[1 - \theta_{act}(t, g, s, c)]$$

L'arbitrage entre la consommation $C(t, g, s, c)$ et le loisir $1 - \theta_{act}(t, g, s, c)$ dépend du coût d'opportunité du départ à la retraite et du paramètre $\varepsilon(t, g, s, c)$ mesurant la préférence relative pour la consommation par rapport au loisir. En particulier, dans le calcul du coût d'opportunité, nous devons considérer non seulement le salaire net mais aussi le fait que, si un individu décide de travailler une année supplémentaire, il touchera une retraite plus importante jusqu'à sa mort. Le coût d'opportunité du départ à la retraite, calculé pour les individus d'âge $a(t, g)$ compris entre 59 et 74 ans, est donc égal à la somme du salaire net $w_{net}(t, g, s, c)$ et de la valeur actualisée espérée de toutes les augmentations de la pension de retraite obtenues en travaillant une année supplémentaire :

$$\Omega(t, g, s, c) = w_{net}(t, g, s, c) + \sum_{i=1}^{106-a(t, g)} \left(\frac{1}{1+r} \right)^i \Delta P(t+i, g, s, c) \Pr_{survie}(t+i, g, s)$$

où $\Delta P(t, g, s, c)$ désigne l'augmentation à la date t de la retraite touchée par un individu de type (g, s, c) qui travaille une année supplémentaire et $\Pr_{survie}(t, g, s)$ est la probabilité de survie d'un individu de la génération g et du genre s à la date t . r est le rendement moyen du patrimoine observé lors de la première année de simulation et supposé constant dans le futur. L'indice i désigne le nombre d'années passées à la retraite et 106 est l'âge maximal observé dans les données de l'Insee utilisées.

La condition de non-arbitrage entre la consommation et le loisir est la suivante :

$$\frac{C(t, g, s, c)}{1 - \theta_{act}(t, g, s, c)} = \varepsilon(t, g, s, c) \Omega(t, g, s, c)$$

Cette condition détermine le taux d'activité des individus âgés de 59 à 74 ans en fonction du coût d'opportunité du départ à la retraite et des paramètres $\varepsilon(t, g, s, c)$. Les paramètres $\varepsilon(t, g, s, c)$ sont calibrés de façon à reproduire les taux d'activité projetés par l'Insee avec application de la réforme Fillon de 2003 jusqu'en 2020. Notons que, dans toutes les variantes simulées, les paramètres $\varepsilon(t, g, s, c)$ sont fixés et que les taux d'activité des individus âgés de 59 à 74 ans sont alors recalculés de manière endogène.

Les pensions de retraite publiques

Le modèle couvre la quasi-totalité des dépenses de retraite : le régime général, qui représente les dépenses de retraite de base autant pour les retraités du secteur privé que pour les non-salariés, deux caisses complémentaires, selon que les individus du secteur privé sont cadres ou pas, et une caisse de la fonction publique. Le fonctionnement de chacun des régimes tient compte des réformes de 1993, 2003, 2008 et 2010.

Le régime des fonctionnaires ("rf")

À chaque période, la pension à la liquidation $P_L(t, g, s, "f")$ versée par la caisse publique à un nouveau retraité fonctionnaire de type (g, s) et d'âge $a(t, g)$, compris entre 60 et 75 ans, est donnée par la formule suivante :

$$(7) P_L(t, g, s, "f") = \pi_{rf}(t, g) w(t-1, g, s, "f")$$

$$\{1 - dec_{rf}(t, g) \text{Max}[0, \text{Min}(65 - a(t, g), \Phi(g, s, "f"))]\}$$

$$\{1 + sur_{rf}(t, g) \text{Max}[0, \text{Min}(a(t, g) - 60, \Psi(g, s, "f"))]\}$$

où $\Phi(g, s, c) = D(g, s, c) - a(t, g) + E(g, s, c)$

$$\Psi(g, s, c) = a(t, g) - E(g, s, c) - D(g, s, c)$$

$\pi_{rf}(t, g)$ est le ratio de remplacement du dernier revenu du travail de l'individu représentatif ($w(t-1, g, s, "f")$), égal à 75% dans le cas d'une carrière complète. $D(g, s, "f")$ est la durée minimale

de cotisation au régime des fonctionnaires pour obtenir une pension à taux plein et $E(g, s, "f")$ est l'âge moyen de fin d'étude. $dec_{rf}(t, g)$ est le coefficient de décote pour cessation d'activité anticipée. La décote consiste à minorer la pension de retraite liquidée de 1,25 % par trimestre manquant pour atteindre, soit la durée d'assurance nécessaire pour bénéficier du taux maximum de liquidation, soit la limite d'âge, dans la limite de 20 trimestres. $sur_{rf}(t, g)$ est le coefficient de surcote appliqué pour toute année supplémentaire de cotisation au-delà de 60 ans et avant 65 ans lorsque les conditions d'assurance sont remplies (le taux est de 3 % par an). Par la suite, les retraites du régime fonctionnaire $P_{rf}(t + i, g, s, "f")$ sont indexées sur le niveau général des prix, ce qui implique qu'en termes réels, elles restent constantes :

$$\forall i \geq 1, P_{rf}(t + i, g, s, "f") =$$

$$P_{rf}(t + i - 1, g, s, "f")[1 + \pi(t + i - 1)]$$

en t correspondant à la date de liquidation, avec $P_{rf}(t, g, s, "f") = P_L(t, g, s, "f")$ et où π représente le taux d'inflation.

Le régime de base ("rb")

Nous supposons que tous les non-fonctionnaires sont affiliés au régime général. Le montant de la première pension que reçoit le retraité est calculé à partir du salaire de référence, $W_R(t, g, s, c)$, qui est la moyenne des revenus salariaux $w(t', g, s, c)$ sur les $An(g)$ dernières années de la carrière⁽¹³⁾ :

$$(8) W_R(t, g, s, c) =$$

$$\frac{1}{An(g)} \left[\sum_{\substack{t' \text{ tel que} \\ a(t, g) - An(g) < a(t', g) < a(t, g)}} \text{Min}(w(t', g, s, c), w_{ss}(t')) \right]$$

où $w_{ss}(t')$ est le plafond de la sécurité sociale, soit le seuil au-delà duquel aucun droit n'est acquis. Pour tout non fonctionnaire ($c \neq "f"$) d'âge $a(t, g)$ compris entre 60 et 75 ans, le montant de la pension $P_L(t, g, s, c)$ au moment de la liquidation est donné, à la date t , par :

$$(9) \frac{P_L(t, g, s, c)}{W_R(t, g, s, c)} = \pi_{rb}(t, g) \text{Min} \left(1, \frac{a(t, g) - E(g, s, c)}{pro(t, g)} \right)$$

$$\{1 - dec_{rb}(t, g) \text{Max}[0, \text{Min}(65 - a(t, g), \Phi(g, s, c))]\}$$

$$\{1 + sur_{rb}(t, g) \text{Max}[0, \text{Min}(a(t, g) - 60, \Psi(g, s, c))]\}$$

où $\pi_{rb}(t, g)$ est le ratio de remplacement du salaire de référence (égal à 50 % si les conditions d'âge et de durée d'assurance sont remplies par l'individu). $dec_{rb}(t, g)$ est la pénalité pour toute cessation d'activité anticipée, variant en fonction de la

génération concernée. Le taux de surcote $sur_{rb}(t, g)$ est appliqué aux trimestres cotisés après 60 ans et au-delà de la durée d'assurance nécessaire pour obtenir le taux plein. Ce taux dépend également de la date d'effet de la pension. $pro(t, g)$ est la durée exigée pour obtenir le taux plein. Par la suite, les retraites du régime de base $P_{rb}(t+i, g, s, c)$ sont indexées sur le niveau général des prix :

$$P_{rb}(t+i, g, s, c) = P_{rb}(t+i-1, g, s, c) [1 + \pi(t+i-1)]$$

$$\forall i \geq 1, \forall c \neq "f",$$

avec $P_{rb}(t, g, s, c) = P_L(t, g, s, c)$ en t correspondant à la date de liquidation.

Les régimes complémentaires ("rc")

Les régimes complémentaires sont en pratique des régimes par points à cotisations définies. Les individus achètent chaque année de leur vie active un certain nombre de points $point_i(t, g, s, c)$ auprès de la caisse à laquelle ils sont affiliés, à un prix $P_{pt}(t, c)$, et ils les vendent à un prix $V(t, c)$ au moment où ils liquident leur retraite. Plutôt que de distinguer deux caisses selon la CSP⁽¹⁴⁾, nous avons choisi de distinguer deux types de points :

$$(10) point_1(t, g, s, c) = \tau_1(c) \frac{Min[w(t, g, s, c), w_{ss}(t)]}{P_{pt}(t, c)}$$

$$(11) point_2(t, g, s, c) = \tau_2(c) \frac{Max[0, w(t, g, s, c) - w_{ss}(t)]}{P_{pt}(t, c)}$$

$point_1$ faisant référence à tous les points accumulés par les salariés pour tous les niveaux de salaire inférieurs au plafond de la sécurité sociale et $point_2$ aux points acquis pour les salaires au-delà du plafond. $\tau_1(c)$ et $\tau_2(c)$ sont les taux de cotisation aux régimes complémentaires.

Le nombre de points accumulés depuis de début de la carrière est égal à :

$$NP_i(t, g, s, c) = cc(s, c)_i$$

$$\sum_{t' \text{ tel que } E(g, s, c) \leq a(t', g) < a(t, g)} point_i(t', g, s, c)$$

pour $i = 1, 2$, où les $cc(s, c)_i$ sont des coefficients correcteurs fixés, une fois pour toutes, pour chaque (s, c) de façon à rendre compte de l'acquisition de points reflétant des avantages non contributifs (chômage indemnisé, enfants, etc.). Ces coefficients sont étalonnés afin de reproduire les pensions de retraites complémentaires à la liquidation conformes aux données issues de l'EIR. La pension complémentaire totale $P_{rc}(t, g, s, c)$, au moment de la liquidation, pour un non-fonctionnaire de type

(g, s, c) âgé de 60 à 75 ans, est calculée à chaque date t , selon la formule suivante :

$$(12) P_{rc}(t, g, s, c) = [V_1(t, c) NP_1(t, g, s, c) + V_2(t, c) NP_2(t, g, s, c)]$$

$$Min\{1, 1 - dec_{rc}(t, g) Min[Max(\Phi(g, s, c), 0), 65 - a(t, g)]\}$$

avec $V_i(t, c)$ la valeur des points en euros constants calculée sur la base des données historiques fournies par les caisses complémentaires Agirc, Association pour le régime de retraite complémentaire des salariés (Arrco) et Ircantec jusqu'en 2008 et indexée sur le niveau général des prix par la suite. $dec_{rc}(t, g)$ est la décote appliquée lorsque l'assuré ne bénéficie pas de la durée d'assurance ou de l'âge requis(e) pour obtenir une retraite à taux plein.

Dynamique et bouclage macro-économique

Le capital physique utilisé dans la production domestique évolue dans le temps selon l'investissement net effectué sur la période. La dette publique, représentée uniquement par la dette de la Sécurité sociale, évolue quant à elle sur la base des soldes de chaque caisse de retraite et du montant des intérêts afférents.

Situation financière des caisses de retraite

Les recettes des caisses privées sont supposées égales à la somme des cotisations de tous les salariés du privé en activité à cette date, tandis que les recettes de la caisse publique tiennent aussi compte de la taxe proportionnelle sur l'ensemble des revenus des agents, $\tilde{\tau}(t)$:

$$Rec_{rb}(t) = \sum_{g, s, c \neq "f"} N_{act}(t, g, s, c) [1 - \theta_{cho}(t, g, s, c)]$$

$$\{cet_{rb}(t, c) w(t, g, s, c) + \tau_{rb}(t) Min[w(t, g, s, c), w_{ss}(t)]\}$$

$$Rec_{rc}(t) = \sum_{g, s, c \neq "f"} N_{act}(t, g, s, c) [1 - \theta_{cho}(t, g, s, c)]$$

$$\{cet_{rc}(t, c) w(t, g, s, c)$$

$$+ \tau_{ap}(t, c) [\tau_1(t, c) Min(w(t, g, s, c), w_{ss}(t))$$

$$+ \tau_2(t, c) Max(0, w(t, g, s, c) - w_{ss}(t))]\}$$

$$Rec_{rf}(t) = \sum_{g, s} N_{act}(t, g, s, "f") w(t, g, s, "f") \tau_{rf}(t)$$

$$+ \tilde{\tau}(t) \left[r \sum_{g, s, c} N(t, g, s, c) A(t, g, s, c) + (1 - \alpha) Y(t) \right]$$

Tableau 2 : les caisses de retraite intégrées dans le modèle (2000-2005)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Dépenses du régime de base ("rb")	5,21%	5,23%	5,25%	5,26%	5,24%	5,30%
Dépenses des régimes complémentaires ("rc")	3,05%	3,06%	3,07%	3,11%	3,17%	3,26%
Dépenses des régimes des fonctionnaires ("rf")	3,43%	3,54%	3,51%	3,50%	3,51%	3,50%
Total des dépenses de retraite	11,69%	11,84%	11,83%	11,87%	11,92%	12,05%
Recettes du régime de base ("rb")	5,47%	5,61%	5,54%	5,52%	5,45%	5,45%
Recettes des régimes complémentaires ("rc")	3,37%	3,40%	3,32%	3,54%	3,58%	3,63%
Recettes des régimes des fonctionnaires ("rf")	3,43%	3,43%	3,41%	3,39%	3,39%	3,37%
Total des recettes	12,28%	12,44%	12,27%	12,45%	12,41%	12,45%
Solde du régime de base ("rb")	0,26%	0,38%	0,29%	0,26%	0,21%	0,15%
Solde des régimes complémentaires ("rc")	0,32%	0,34%	0,25%	0,43%	0,41%	0,37%
Solde des régimes des fonctionnaires ("rf")	0,00%	-0,12%	-0,10%	-0,11%	-0,12%	-0,13%
Solde total	0,58%	0,60%	0,44%	0,58%	0,49%	0,39%

Lecture : tous les montants présentés dans ce tableau sont rapportés au PIB (en %).

Source : Rapport à la commission des comptes de la Sécurité sociale 2010, calculs des auteurs.

Le revenu salarial est assujéti à différents taux de cotisation retraite : $\tau_{rb}(t)$ et $\tau_{rf}(t)$ sont les taux de cotisation au régime de base et des fonctionnaires, $\tau_{ap}(t, c)$ le taux d'appel⁽¹⁵⁾, identique pour les deux régimes complémentaires, $\tau_1(t, c)$ et $\tau_2(t, c)$ les taux de cotisation aux régimes complémentaires ; enfin $cet_{rb}(t, c)$ et $cet_{rc}(t, c)$ sont des taux de contribution exceptionnelle qui sont fixés suivant la législation en vigueur et ne donnent pas de droits à des pensions. $\theta_{cho}(t, g, s, c)$ est le taux de chômage à la date t d'un individu non fonctionnaire de type (g, s, c) .

À chaque date t , les dépenses des caisses de retraite sont données par la somme des pensions versées :

$$Dep_{rb}(t) = \sum_{(g, s, c \neq "f") \text{ tel que } a(t, g) \geq 60} N_{ret}(t, g, s, c) P_{rb}(t, g, s, c)$$

$$Dep_{rc}(t) = \sum_{(g, s, c \neq "f") \text{ tel que } a(t, g) \geq 60} N_{ret}(t, g, s, c) P_{rc}(t, g, s, c)$$

$$Dep_{rf}(t) = \sum_{(g, s) \text{ tel que } a(t, g) \geq 60} N_{ret}(t, g, s, "f") P_{rf}(t, g, s, "f")$$

$$+ \sum_{\substack{(g, s, c \neq "f") \text{ tel que} \\ 56 \leq a(t, g) < 60}} N_{pre}(t, g, s, c) \pi_{pre}(t, g, s, c) w(t, g, s, c)$$

En particulier, les dépenses de la caisse des fonctionnaires incluent les pré-retraites, qui sont directement prises en charge par l'État et sont calculées comme une fraction $\pi_{pre}(t, g, s, c)$ du revenu salarial.

À chaque période, le déficit primaire d'une caisse de retraite est défini par la différence entre ses dépenses et ses recettes :

$$Def_{caisse}(t) = Dep_{caisse}(t) - Rec_{caisse}(t),$$

$$\forall \text{caisse} \in \{rb, rf, rc\}$$

Lors du calibrage, nous cherchons à reproduire le niveau historique des dépenses propres à chacune

des caisses que nous avons construites (tableau 2). En particulier, le modèle reproduit pour l'année 2005 les valeurs suivantes : un ratio prestations vieillesse-survie sur PIB de 5,30 % pour le régime de base, de 3,26 % pour le régime complémentaire, de 3,50 % pour le régime des fonctionnaires, ce qui fait un total de 12,05 % (comptes de la sécurité sociale)⁽¹⁶⁾.

Nous reproduisons entre 2000 et 2005 les soldes des différentes caisses de retraite (tableau 2)⁽¹⁷⁾. Pour rendre compatibles les sorties du modèle à ces soldes observés, nous choisissons d'ajuster certains paramètres de la partie recettes des régimes sur la période en question : le taux de taxe $\tilde{\tau}(t)$ pour la caisse publique, le taux d'appel dans les régimes complémentaires ($\tau_{ap}(t, c)$) et le taux de cotisation au régime de base ($\tau_{rb}(t)$). Par la suite, si l'équilibre primaire n'est pas assuré, les dépenses excédentaires devront être financées par endettement. Comme il n'y a pas lieu de supposer que les différentes caisses aient accès à des sources de financement externes différentes de celles des autres agents, la dette globale du système de retraite $Dette_{ret}(t)$ (qui est la seule dette de l'État prévue dans le modèle) évolue de la façon suivante :

$$(13) \quad Dette_{ret}(t) = [1 + (1 - \tilde{\tau}(t))r] Dette_{ret}(t-1)$$

$$+ \sum_{caisse} Def_{caisse}(t)$$

Équilibre du marché financier

Les simulations sont réalisées en économie fermée, ce qui implique que le taux d'intérêt s'ajuste pour équilibrer le marché du capital au niveau national. Le bouclage du modèle est néo-classique : *ex ante*, la différence entre la richesse agrégée des ménages et la dette publique détermine le stock de capital installé dans le pays à la période suivante. Dès lors, le financement de la dette des régimes de retraite et l'accumulation du capital productif ne proviennent

que du seul recours à l'épargne nationale. L'évolution des besoins de financement des régimes de retraites a donc un effet direct sur celle du taux d'intérêt.

Nous supposons l'existence de deux types d'actifs financiers, le capital physique et les obligations d'État, financés par la seule richesse des ménages :

$$(14) K(t) + Dette_{ret}(t) = \sum_{(g,s,c)} N(t,g,s,c) A(t,g,s,c)$$

l'intégralité de la dette des régimes de retraite étant par hypothèse financée par des obligations d'État.

Nous faisons l'hypothèse que les deux actifs sont parfaitement substituables. Le taux de rendement des obligations d'État coïncide avec le taux de rendement du capital physique, exception faite d'une prime de risque supposée constante : $r_{bond}(t) = r_K(t) - prime$. Le rendement moyen du patrimoine (r) est alors donné par une moyenne pondérée (en fonction de la composition du portefeuille) des rendements du capital physique et des obligations d'État. Nous supposons que la composition des portefeuilles est identique pour chaque classe d'âges et qu'elle reflète la structure de l'offre totale d'actifs financiers.

Le scénario de référence

Le scénario de référence décrit les effets de moyen terme découlant du fonctionnement du système de retraite en vigueur au moment de la réalisation de notre étude (2012), que nous désignerons dans la suite comme le "système actuel". Il servira de point de comparaison aux différentes variantes simulées en comptes notionnels. Nous intégrons dans notre scénario de référence les effets des réformes récentes antérieures à notre étude. Parmi celles-ci, la réforme Balladur de 1993 a réduit la générosité globale du système général en augmentant progressivement la durée de cotisation pour bénéficier du taux plein (de

150 à 160 trimestres, à raison d'un trimestre supplémentaire par an entre 1993 et 2003), en augmentant le nombre d'années prises en compte dans le calcul du salaire de référence (de 10 à 25 ans entre 1993 et 2008) et en indexant les pensions et les salaires entrant dans le calcul du salaire de référence sur les prix, et non plus sur les salaires. Cette réforme a été étendue aux autres régimes (notamment ceux de la fonction publique) par la réforme Fillon de 2003, qui prévoit notamment un alignement progressif de la durée de cotisation entre secteurs privé et public. Cette réforme prévoit en outre un mécanisme d'accroissement quasi-automatique de la durée légale de cotisation en fonction des gains d'espérance de vie, la durée de cotisation passant progressivement à 41,5 ans en 2020. La réforme de 2010 consiste à accroître progressivement de deux ans l'âge d'ouverture des droits à la retraite ainsi que l'âge de départ au taux plein, et à augmenter le taux de cotisation des fonctionnaires de 7,85 % actuellement à 10,55 % en 2018. Aucune autre réforme n'est implémentée sur l'horizon de projection, ce qui permet d'évaluer l'évolution des besoins de financement du régime de retraite dans un scénario "au fil de l'eau".

Les résultats du scénario de référence (tableau 3) montrent que les réformes récentes ne suffisent pas à garantir la solvabilité des régimes de retraite. Le besoin de financement, calculé comme la différence entre les dépenses et les recettes rapportées au PIB, croît progressivement avec les départs massifs des dernières générations du *baby-boom* jusqu'à atteindre 2,8 % en 2050, l'accumulation des déficits aboutissant à une dette des régimes de retraite proche de 60 % du PIB à cet horizon. Selon nos projections, les dépenses de retraite devraient s'alourdir, passant de 12,1 % du PIB en 2005 à 15,6 % en 2050. Ces évolutions s'expliquent par la forte augmentation du nombre de retraités (de 12,6 millions en 2005 à 21,9 millions en 2050), alors que dans le même temps la masse des travailleurs ne croîtrait que très légèrement (tableau 1). Entre 2005 et 2050, on passerait ainsi d'environ 5 retraités pour 10 travailleurs à plus de 8 retraités pour 10 travailleurs. Sur la même période, la part des dépenses de retraite dans le PIB augmenterait "seulement" de 3,6 points

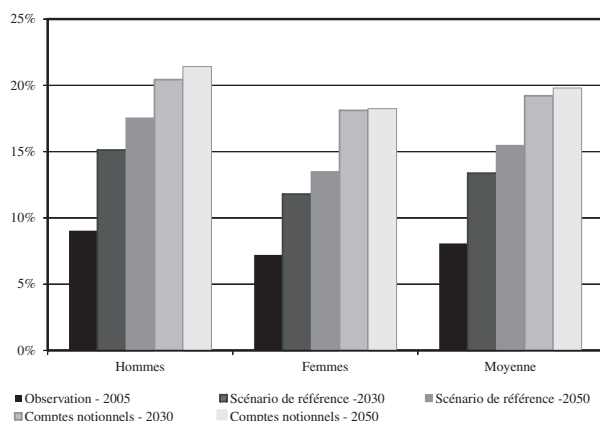
Tableau 3 : comparaison du système de retraite actuel et du système par comptes notionnels

	Scénario de référence					Comptes notionnels - Scénario CN				
	2005	2020	2030	2040	2050	2005	2020	2030	2040	2050
Taux de croissance du PIB (en %)	1,9%	2,2%	1,8%	1,9%	1,7%	1,9%	2,6%	2,1%	2,0%	1,8%
Taux d'investissement brut (normalisé à 1 en 2005)	1,00	1,00	0,95	0,91	0,85	1,00	1,03	1,00	0,97	0,91
Taux de rendement des obligations d'État	2,9%	2,1%	1,6%	1,6%	1,9%	2,9%	2,2%	1,6%	1,3%	1,4%
Dépenses de retraite (en % du PIB)	12,1%	13,4%	14,6%	15,3%	15,6%	12,1%	12,8%	13,6%	14,7%	15,3%
Déficit des régimes de retraite (en % du PIB)	0,4%	-0,7%	-1,8%	-2,4%	-2,8%	0,4%	-0,2%	-1,0%	-2,0%	-2,5%
Dette des régimes de retraite (en % du PIB)	-2,9%	3,1%	13,8%	34,6%	59,7%	-2,9%	2,5%	7,1%	21,4%	41,5%
Pension moyenne sur salaire moyen (ratio normalisé à 1 en 2005)	1,00	0,93	0,88	0,85	0,84	1,00	0,93	0,88	0,87	0,87

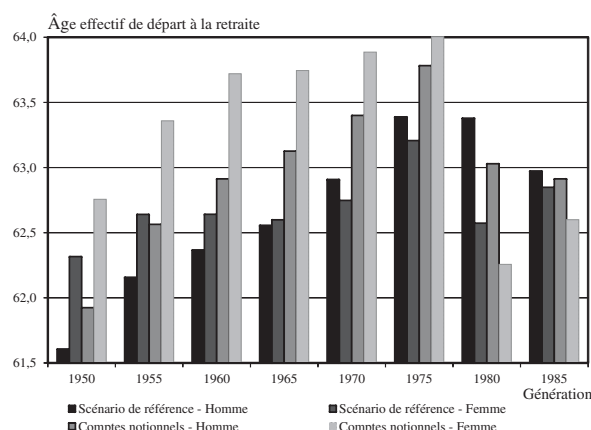
Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

Graphiques 2 : taux d'activité des seniors et âge effectif de départ à la retraite

Taux d'activité moyen des individus âgés de 60 à 74 ans, par genre



Âge effectif de départ à la retraite par genre et génération



Sources : Insee, Blanpain et Chardon (2010), calculs des auteurs.

du fait de la baisse sensible (-16 %) du ratio de la pension moyenne des retraités au salaire moyen découlant de l'application des réformes récentes. Cette diminution du ratio de remplacement est uniformément partagée par les différentes catégories de travailleurs, même si elle est d'autant plus forte que le départ à la retraite est précoce. Soulignons que les résultats de notre scénario de référence sont globalement comparables à ceux obtenus par le COR (2010b) dans son huitième rapport⁽¹⁸⁾.

Introduction d'un système par comptes notionnels

Au lieu de mettre en place des réformes paramétriques, certains pays ont choisi d'introduire un système par comptes notionnels. C'est le cas, notamment, de la Suède (en 1994), de l'Italie (en 1995), de la Lettonie (en 1996) et de la Pologne (en 1999).

Philosophie des comptes notionnels

D'un point de vue théorique, l'introduction d'un système par comptes notionnels présente deux principaux avantages :

- en introduisant un mécanisme qui permet de lier la valeur de la pension aux cotisations versées, il réduit la taxe implicite sur la continuation de l'activité et donc l'incitation financière à partir à la retraite le plus tôt possible (Lindbeck et Persson, 2003). Par conséquent, au lieu d'introduire une réforme paramétrique qui repousse l'âge légal de départ à la retraite, un système par comptes notionnels, en renforçant la neutralité du système, permet *a priori* d'obtenir le même effet ;
- il permet d'éviter les problèmes de nature politique découlant de réformes paramétriques, en introduisant des mécanismes d'ajustement qui

permettent au système de mieux répondre à des chocs économiques et démographiques (Valdés-Prieto, 2000 ; Gronchi et Gismondi, 2010 ; Auerbach et Lee, 2009 et 2011).

Quelques développements théoriques permettent de comprendre les variables d'intérêt d'un tel système. Les cotisations versées chaque année, *cot*, alimentent un compte individuel purement notionnel. Le capital notionnel augmente chaque année sur la base de ces cotisations et d'un taux de rendement du capital notionnel, r_w , utilisé pour capitaliser les cotisations. Au moment t du départ à la retraite, à l'âge a_{ret} , la valeur du capital-retraite accumulé (CR) est égale à la valeur capitalisée, calculée au moment du départ à la retraite, de toutes les cotisations versées antérieurement :

$$CR(t, a_{ret}) = \sum_{a \leq a_{ret}} cot(t + a - a_{ret}, a) \prod_{a' \text{ tel que } a < a' \leq a_{ret}} [1 + r_w(t + a' - a_{ret})]$$

Au moment du départ à la retraite, la valeur de la pension est égale au ratio entre le capital-retraite accumulé CR et un coefficient de conversion CC (appelé aussi *annuity factor*) :

$$P(t, a_{ret}) = CR(t, a_{ret}) / CC(t, a_{ret})$$

Le coefficient de conversion est calculé de la façon suivante :

$$CC(t, a_{ret}) = \sum_{a > a_{ret}} pr_{survie}(t + a - a_{ret}, a) (1 + r_{index})^{a - a_{ret}} (1 + r_{pens})^{a_{ret} - a}$$

où $pr_{survie}(t + a - a_{ret}, a)$ représente la probabilité d'être vivant à l'âge a (donc à l'année $t + a - a_{ret}$, soit après $a - a_{ret}$ années de retraite), conditionnellement au fait d'être vivant à l'âge de départ à la retraite (a_{ret}), r_{index} désigne le taux

d'indexation de la retraite et r_{pens} le taux de rendement du capital notionnel après liquidation de la pension. En considérant que $P(t, a_{ret})$ représente la pension au moment du départ à la retraite et que la valeur de la pension évolue au cours du temps selon la règle d'indexation :

$$P(t + a - a_{ret}, a) = P(t, a_{ret})(1 + r_{index})^{a - a_{ret}},$$

alors on obtient :

$$\sum_{a > a_{ret}} P(t + a - a_{ret}, a) pr_{survie}(t + a - a_{ret}, a) (1 + r_{pens})^{a_{ret} - a}$$

$$= \sum_{a \leq a_{ret}} cot(t + a - a_{ret}, a) \left\{ \prod_{\substack{a' \text{ tel que} \\ a < a' \leq a_{ret}}} [1 + r_w(t + a' - a_{ret})] \right\}$$

Cette expression signifie que la pension, au moment du départ à la retraite, est calculée de sorte que la valeur actualisée espérée de toutes les pensions que l'individu va toucher au cours de sa vie coïncide avec la valeur capitalisée des cotisations versées.

Quelques considérations importantes peuvent à ce stade être mises en évidence :

- le terme r_{index} reflète la règle d'indexation des retraites. Celle-ci implique d'opérer un choix entre (i) une indexation sur les prix, ce qui revient à supposer une première pension relativement élevée puis un décrochage progressif du niveau des pensions par rapport à l'évolution des salaires, et (ii) une indexation sur les salaires, revenant à verser une première pension plus faible ;
- la condition d'Aaron-Samuelson indique qu'à l'équilibre stationnaire, un système de retraite par répartition permet de garantir un rendement implicite des cotisations égal au taux de croissance de la masse salariale. Par conséquent, en situation démographique et économique stationnaire, si r_{pens} et $r_w(t)$ sont fixés au niveau du taux de croissance de la masse salariale, le système de retraite est toujours en équilibre (Settergren et Mikula, 2005) ;
- le coefficient de conversion du capital virtuel en rente, $CC(t, a_{ret})$, dépend également de l'espérance de vie de l'individu et de l'âge de départ à la retraite. Pour un capital virtuel donné, plus l'espérance de vie de la génération est élevée, plus la pension sera faible. Inversement, plus l'âge effectif de départ à la retraite est élevé, plus la pension le sera également ;
- au moment du départ à la retraite, il est possible d'appliquer les probabilités de survie observées à cette date ou bien celles découlant des projections démographiques. Gronchi et Gismondi (2010) montrent formellement que, si les probabilités de survie utilisées sont celles observées, le système de retraite n'est pas capable de faire face à un choc démographique consistant en une augmentation de l'espérance de vie.

Caractéristiques du système simulé de comptes notionnels

L'introduction d'un système de comptes notionnels nécessite donc plusieurs choix de la part du décideur politique. Dans cet article, nous considérons la mise en place progressive d'un système unique par comptes notionnels se substituant entièrement, à terme, à tous les régimes actuels (de base et complémentaires)⁽¹⁹⁾. Concrètement, cela revient à substituer aux équations (7), (9) et (12) un régime par comptes notionnels dans lequel la pension versée à un individu d'âge $a(t, g)$ compris entre 60 et 75 ans au moment de la liquidation est déterminée par la formule suivante (en reprenant les notations de notre modèle) :

$$(15) \quad P_L^{cn}(t, g, s, c) = \left[\sum_{t' \text{ tel que } a(t', g) \leq a(t, g)} \tau_{cn} w(t', g, s, c) \prod_{t'' \text{ tel que } a(t', g) < a(t'', g) \leq a(t, g)} (1 + r_w(t'')) \right] /$$

$$\left[\sum_{t' \text{ tel que } a(t', g) > a(t, g)} pr_{survie}(t', g, s) (1 + r_{pens})^{a(t, g) - a(t', g)} (1 + r_{index})^{a(t', g) - a(t, g)} \right]$$

Le système est alors paramétré de sorte à respecter au mieux la philosophie des comptes notionnels :

- nous avons supposé que l'introduction du nouveau système s'effectue en 2015 avec une période de transition de 15 ans. À partir de 2016, chaque nouveau retraité perçoit une pension provenant de l'ancien système (et dépendant donc de son statut socioprofessionnel) et une pension provenant du nouveau système par comptes notionnels (indépendante du statut socioprofessionnel). Au terme de la période de transition (en 2030), le système par comptes notionnels entre pleinement en vigueur. Cependant, toutes les personnes ayant liquidé leur retraite avant 2030 conservent leurs droits acquis dans l'ancien système. En Suède et en Italie, la période de transition a été respectivement de 15 ans et de 35 ans. Pour les premières générations de retraités, le capital virtuel CR a été reconstitué par application du taux de cotisation du système par comptes notionnels sur les revenus salariaux passés ;
- le taux de cotisation τ_{cn} est supposé constant sur la période de projection. Il est fixé (à une valeur proche de 22 %) de manière à maintenir constante la masse des cotisations découlant de l'ancien système à la date de début de la transition ;
- les taux de rendement appliqués aux cotisations versées, $r_w(t)$, et au capital-retraite une fois la pension liquidée, r_{pens} , représentent les deux paramètres essentiels du système. En considérant la condition d'Aaron-Samuelson, le choix le plus naturel est de lier ces deux taux de rendement au taux de croissance de la masse salariale. Concrètement, le taux de rendement utilisé pour capitaliser les

cotisations versées à la date t est calculé chaque année dans le modèle sur la base du taux de croissance de la masse salariale de la même période, qui coïncide avec le taux de croissance du PIB⁽²⁰⁾.

S'agissant du taux de rendement prospectif du capital notionnel (après liquidation de la pension), r_{pens} , la croissance de la masse salariale pendant la période où l'individu touchera sa retraite n'étant pas connue au moment de la liquidation, le taux de rendement utilisé après la liquidation doit être fixé à une valeur arbitraire. En considérant que la croissance de la population active entre 2000 et 2050 est à peu près nulle, nous avons choisi de fixer r_{pens} au niveau du taux de croissance de la productivité du travail (*i.e.* $r_{pens} = 1,8\%$)⁽²¹⁾ ;

- nous retenons l'hypothèse d'une indexation des pensions sur la base de l'inflation, comme dans le système actuel ;

- les probabilités de survie sont différenciées uniquement selon le genre et la génération. Ce choix n'est pas neutre d'un point de vue individuel, du fait des fortes disparités d'espérance de vie. Cependant, la correction des inégalités d'espérance de vie en fonction de la CSP s'avère beaucoup plus difficile à intégrer (Bozio et Piketty, 2008). Les tables de mortalité utilisées sont les tables prospectives issues des projections de population de l'Insee de Blanpain et Chardon (2010). Cela revient à supposer que les coefficients de conversion sont calculés en intégrant les gains d'espérance de vie effectifs à chaque âge des générations futures. L'utilisation des tables de mortalité transversales, c'est-à-dire établies d'après les taux de mortalité observés sur diverses générations à un même instant, aurait pour conséquence de placer *de facto* le système par comptes notionnels dans une situation de déséquilibre permanent, du fait de l'accroissement continu de l'espérance de vie (Gronchi et Gismondi, 2010). Si cette hypothèse était retenue dans la pratique, elle induirait la mise en place d'un mécanisme correcteur, comme en Suède ;

- dans le système actuel, les plafonds de la sécurité sociale au-delà desquels aucune cotisation n'est prélevée et n'ouvrant pas de droit à pensions sont disparates⁽²²⁾. Le choix du niveau "optimal" du plafond détermine l'impact redistributif du système. Nous faisons ici l'hypothèse simplificatrice d'absence de plafonds dans le cadre de nos simulations⁽²³⁾.

Conséquences de l'introduction d'un système par comptes notionnels

L'introduction progressive d'un système par comptes notionnels ainsi paramétré ne réduit que très modestement les besoins de financement, à hauteur de 0,3 point de PIB à l'horizon 2050 comparativement au scénario de référence (tableau 3, scénario CN). Cet impact légèrement positif sur le financement des caisses de retraite est déterminé par

une réduction du poids des pensions dans le PIB (-0,3 point de PIB par rapport au modèle de référence), alors que les niveaux de prélèvements restent par hypothèse globalement constants sur l'horizon d'étude. Ces résultats rappellent également l'importance de raisonner dans un cadre macroéconomique bouclé : la réduction des besoins de financement permet une plus forte accumulation du capital, ce qui dope la croissance économique. En parallèle, l'accroissement des taux d'activité des seniors (graphique 2.1), et donc de leur âge de départ à la retraite (graphique 2.2), permet d'accroître la masse des cotisations versées et explique les résultats positifs découlant de l'introduction d'un système par comptes notionnels à moyen terme. Dès lors, selon nos résultats, l'introduction d'un système actuariellement neutre d'un point de vue individuel et paramétré de sorte à être à l'équilibre en régime démographique stationnaire est légèrement bénéfique si on le compare au système actuel de retraite en vigueur en France (dans le cas où celui-ci ne connaîtrait pas de nouvelles réformes hormis celles déjà engagées au moment de la réalisation de notre étude). Toutefois, elle ne change pas fondamentalement la donne s'agissant de l'équilibre du système à moyen terme. En tout état de cause, l'ampleur des effets liés à la mise en place d'un tel système dépend bien évidemment largement du choix des paramètres.

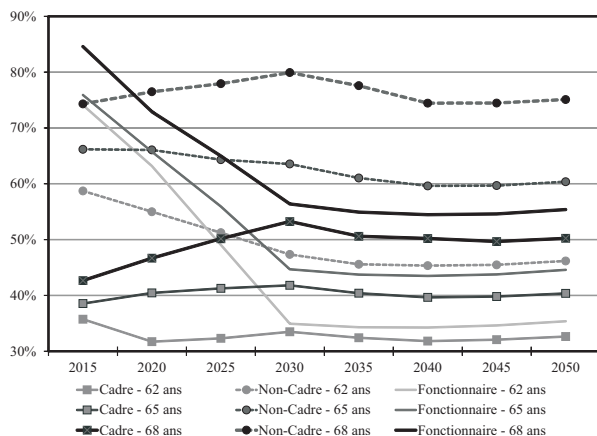
Au delà de la seule question du financement des retraites, un objectif possible du système par comptes notionnels pourrait être d'harmoniser les régimes existants. Une telle unification aurait naturellement un impact différent selon les catégories de travailleurs (graphiques 3). En particulier, le passage à un système unique, tel que nous l'avons paramétré, réduirait progressivement le taux de remplacement des fonctionnaires, cette réduction étant d'autant plus marquée que la liquidation de la pension intervient tôt. En effet, l'intégration du régime des fonctionnaires dans un régime commun de droit privé reviendrait à substituer une prise en compte de toutes les années de cotisation à un calcul du salaire de référence actuellement fondé sur le dernier salaire. De plus, l'application d'un taux unique de cotisation d'environ 22 % dans le nouveau système ne peut qu'aboutir à une réduction drastique de la générosité du système pour les fonctionnaires, étant donné que le taux global de cotisation retraite implicite dépasse en 2008 les 60 % du salaire brut dans le secteur public (avec des cotisations salariales de 7,85 % et des cotisations patronales implicites de 55,7 % en supposant le régime à l'équilibre⁽²⁴⁾). Enfin et surtout, les fonctionnaires entrent en moyenne plus tard sur le marché du travail que les autres catégories de salariés et un passage vers un système par comptes notionnels rend plus explicite le lien entre la pension et la masse des cotisations versées (et donc la durée

de cotisation). Même si de tels ajustements ne sont bien évidemment pas envisageables, ils ont le mérite de souligner la singularité du système actuel de la fonction publique et donc toute la difficulté d'une harmonisation entre secteurs public et privé.

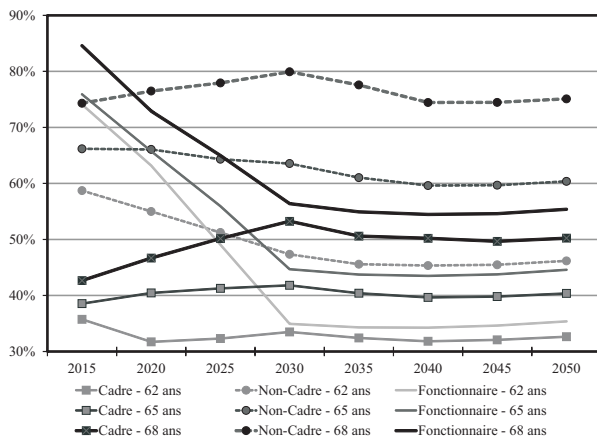
Pour les cadres, le passage au nouveau système se traduirait par un accroissement du niveau relatif des taux de remplacement (graphique 3.3), qui s'explique en partie par la suppression du plafond de la sécurité sociale dans nos simulations. Le choix

Graphiques 3 : évolution du ratio "pension moyenne sur salaire moyen" - 2015-2050

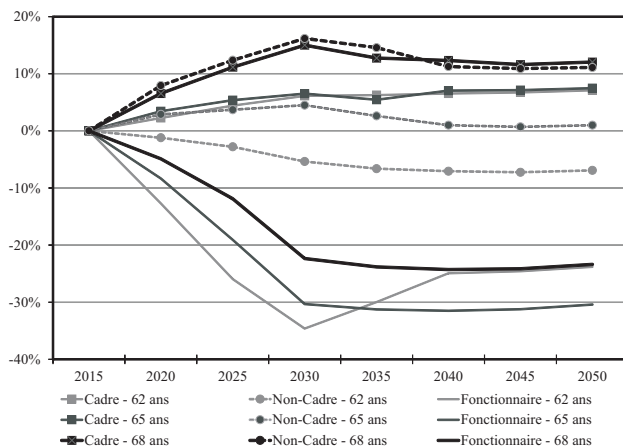
3.1 Scénario de référence (système actuel)



3.2 Scénario CN (comptes notionnels)



3.3 Écart entre le scénario CN et le scénario de référence



Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

d'un niveau correct du plafond devrait alors découler d'un arbitrage entre effets redistributifs (plafonner les retraites les plus hautes) et effets désincitatifs (un plafond trop bas inciterait au développement de retraites surcomplémentaires pour les plus hauts revenus). Enfin, pour les non-cadres, le passage au nouveau système serait pénalisant pour ceux qui liquident leur retraite à 62 ans mais bénéfique dans le cas d'une liquidation plus tardive. De par leur aspect contributif, les comptes notionnels conduisent en effet à une meilleure prise en compte des carrières longues et introduisent un mécanisme d'incitation à rester sur le marché du travail beaucoup plus lisible que l'actuel système de décote/surcote.

Évaluation de la stabilité du système par comptes notionnels

La transformation du système de retraite actuel en un système par comptes notionnels aurait donc des effets très modérés en termes de financement et des effets redistributifs plus marqués. De plus, les gains financiers potentiels ne pourraient se faire qu'au prix d'une baisse du niveau relatif des pensions individuelles. Toutefois, les comptes notionnels, de par leur capacité d'autorégulation présumée, permettraient d'éviter que le pilotage financier du système ne se fasse par un empilement de réformes, comme c'est le cas depuis 1993. Dans cette partie, nous allons analyser la capacité de réaction d'un tel système à un certain nombre de chocs démographiques (variation du taux de fécondité ou de la durée de vie), économiques (modification du rythme de productivité ou du taux de chômage) ou institutionnels (changement du taux de cotisation au système de retraite). Pour chacun des chocs considérés, nous étudierons la réaction du système de retraite actuel et de celui par comptes notionnels.

Comptes notionnels et chocs démographiques

Les tendances démographiques constituent le principal déterminant de l'évolution d'un système de retraite. L'un des avantages présumés d'un système par comptes notionnels, système à cotisations définies, tient dans sa capacité à s'adapter au moins partiellement aux changements démographiques. À l'inverse, le système actuel à prestations définies est beaucoup plus vulnérable *a priori* à ces changements. Pour s'en rendre compte, nous proposons ici deux variantes d'évolution démographique. Dans la première, nous retenons l'hypothèse haute d'espérance de vie de Blanpain et Chardon (2010). Cette hypothèse suppose des gains plus élevés d'espérance de vie que dans le scénario central envisagé par ces auteurs, surtout après 80 ans. Les écarts d'espérance de vie à la naissance par rapport à l'hypothèse centrale sont alors de 2,1 ans en 2050 pour les hommes et pour les femmes. Dans la

seconde variante, nous retenons le scénario de fécondité basse de Blanpain et Chardon (2010), qui suppose une baisse progressive de la fécondité jusqu'à 1,8 enfant par femme en 2015 (contre 1,95 dans leur scénario central).

Le tableau 4 présente l'évolution de la population dans chacune de ces deux variantes démographiques. Dans l'hypothèse d'espérance de vie haute, la population totale croît d'un peu plus de 2% à l'horizon 2050 par rapport au scénario démographique central (tableau 1). Toutefois, c'est naturellement la population des plus de 65 ans qui est affectée (+6,8 %), alors que la population active demeure globalement stable. Le ratio de dépendance augmente alors de près de 3 points de pourcentage et le nombre de cotisants par retraité diminue de 3,4 % dans le cadre du système actuel et de 1,1 % dans le système par comptes notionnels. Comme on pouvait s'y attendre, l'accroissement de l'espérance de vie est bien moins problématique dans le cadre du système par comptes notionnels. Les tensions sur le besoin de financement (graphiques 4) sont largement contenues, particulièrement à partir de 2030 lorsque la phase de transition vers le système par comptes notionnels est achevée. En effet, le système par comptes notionnels répercute progressivement les gains d'espérance de vie dans le calcul des pensions liquidées au travers une réduction du niveau des pensions (graphiques 5). Dans le cadre du système de retraite actuel, la réforme Fillon de 2003 prévoit également un mécanisme correcteur consistant à faire évoluer la durée légale de cotisation pour obtenir le taux plein (mais aussi le coefficient de proratisation, c'est-à-dire le rapport entre la durée d'assurance du retraité et la durée d'assurance requise pour obtenir la retraite à taux plein) en fonction des gains d'espérance de vie jusqu'en 2020⁽²⁵⁾. En l'absence d'ajustement de la durée de cotisation au delà de 2020, l'accroissement de l'espérance de vie se traduit naturellement par une hausse marquée de la part des retraites dans le PIB et, *in fine*, un renforcement du besoin de financement. Il convient de signaler ici que, dans les deux variantes, ce sont les tables de mortalité prospectives découlant

des projections de population de l'Insee qui sont utilisées dans le modèle. Bien évidemment, une hausse non anticipée de l'espérance de vie aurait des effets similaires négatifs sur chacun des deux systèmes.

Si l'on considère à présent une dégradation du ratio de dépendance découlant de l'hypothèse basse de fécondité, la population totale augmente moins vite que dans le scénario démographique de référence et y est inférieure de 3,6 % à l'horizon 2050 du fait de la moindre croissance de la population en âge de travailler, qui se contracte même à partir de 2010 (tableaux 1 et 4). La population des retraités n'est pas affectée ici du fait de la proximité de l'horizon de projection. Sous cette hypothèse de "vieillessement par le bas" plus marqué de la population française, les deux systèmes de retraite réagissent exactement de la même manière, avec un faible accroissement de la part des retraites dans le PIB à long terme (du fait d'une moindre croissance de celui-ci - graphiques 6), une légère dégradation du besoin de financement (la baisse de la population active se traduisant par une contraction de la masse des cotisations - graphiques 4) et une dégradation à partir de 2030 du ratio de la pension moyenne au salaire moyen (le facteur travail devenant plus rare, sa productivité augmente - graphiques 5). En effet, le système par comptes notionnels demeure un système par répartition : toute modification du nombre de cotisants pour un nombre donné de retraités modifie instantanément les conditions d'équilibre du système.

Comptes notionnels et chocs économiques

Les évolutions économiques, en particulier celles de la productivité du travail et du chômage, représentent un autre facteur susceptible d'affecter notablement la situation financière d'un système de retraite. S'agissant de la productivité du travail, nous considérons un scénario pessimiste où celle-ci croît à un rythme de 1,5 % par an à partir de 2010 (contre 1,8 % dans le scénario de référence), ce qui correspond au taux de croissance de la productivité observé sur la période 2001-2007 (COR, 2010b). Un moindre dynamisme de la productivité du travail se

Tableau 4 : perspectives d'évolution de la population française selon les deux scénarios envisagés

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
Variante espérance de vie haute						
Population totale (en milliers)	60 702	62 881	66 172	69 075	71 712	73 719
Population en âge de travailler (15-64 ans, en milliers)	39 531	40 767	40 738	40 818	40 804	41 425
Population de 65 ans et plus	9 968	10 581	13 627	16 535	19 057	20 217
Ratio de dépendance (population des 65 ans et plus / population des 15-64 ans, en %)	25,2%	26,0%	33,5%	40,5%	46,7%	48,8%
Variante fécondité basse						
Population totale (en milliers)	60 702	62 881	65 517	67 500	69 049	69 675
Population en âge de travailler (15-64 ans, en milliers)	39 531	40 767	40 704	40 591	39 961	39 950
Population de 65 ans et plus	9 968	10 581	13 453	16 073	18 197	18 927
Ratio de dépendance (population des 65 ans et plus / population des 15-64 ans, en %)	25,2%	26,0%	33,1%	39,6%	45,5%	47,4%

Sources : Blanpain et Chardon (2010), calculs des auteurs.

traduit automatiquement par un rythme de croissance du PIB moins soutenu, quelles que soient les modalités de fonctionnement du système de retraite (de l'ordre de -0,5 point de croissance en 2050 dans le système actuel, contre -0,3 point dans le système avec comptes notionnels). Pour autant, les effets sont nettement plus marqués dans le cas du système de retraite actuel : la part des dépenses de retraite dans le PIB augmente de plus d'un point, contre seulement 0,3 point dans le système par comptes notionnels (graphiques 6). En effet, la baisse du rythme de croissance du PIB se traduit, dans les deux cas, par une réduction de la masse des cotisations. Dans le système par comptes notionnels, s'y combine un effet de contraction de la masse des pensions, du fait de la prise en compte du ralentissement de la productivité dans le taux de rendement appliqué aux cotisations passées $r_w(t)$ et dans le taux de rendement appliqué au capital-retraite virtuel au moment de la liquidation r_{pens} . À l'inverse, la masse des pensions en valeur demeure globalement stable dans le système actuel, du fait de l'indexation des salaires servant au calcul des retraites ainsi que de l'indexation des pensions sur l'inflation. Par ailleurs, une moindre croissance de la productivité a un impact beaucoup plus sensible sur les comportements d'activité des seniors et, donc, sur leur âge effectif de liquidation dans le système par comptes notionnels que dans le système actuel (graphiques 7).

Nous considérons ensuite un scénario d'évolution pessimiste du taux de chômage sur l'horizon de projection. En particulier, nous faisons l'hypothèse que celui-ci demeure constant à partir de 2010 à 9,5 % alors que, dans le scénario de référence, le taux de chômage décroît progressivement vers une cible de 7 % en 2050. Les effets de ce scénario pessimiste d'évolution du marché du travail sont quasiment

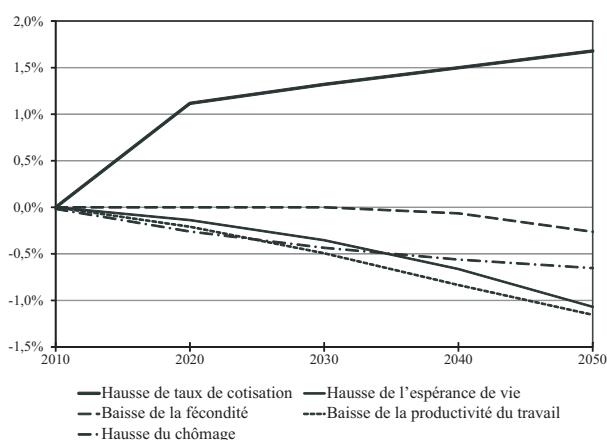
identiques pour les deux systèmes mais d'une ampleur légèrement plus faible dans le cas des comptes notionnels. Le rythme de croissance du PIB diminue et le niveau des dépenses de retraite par rapport au PIB augmente donc immédiatement (graphiques 6). La réduction du nombre d'actifs occupés (et donc de cotisants) accroît les besoins de financement du système de retraite (graphiques 4). La raréfaction du facteur travail accroît le rendement du travail et donc réduit le ratio pension moyenne sur salaire moyen jusqu'en 2020, la tendance s'inversant ensuite progressivement (et plus fortement dans le système de retraite actuel), du fait du ralentissement du rythme de croissance du PIB (graphiques 5). La capacité de réaction du système par comptes notionnels est ici un peu meilleure que celle du système actuel, notamment du fait à nouveau de l'ajustement automatique du taux de rendement appliqué aux cotisations, $r_w(t)$ ⁽²⁶⁾.

Comptes notionnels et chocs institutionnels

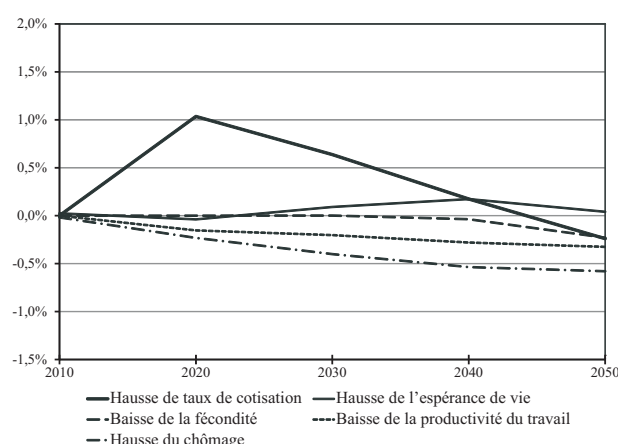
La fixation des paramètres institutionnels du système de retraite détermine en grande partie son mode de fonctionnement et, par là même, son évolution en termes de besoins de financement. En particulier, le taux de cotisation joue un rôle totalement différent dans l'équilibre du système de retraite actuel et dans un système par comptes notionnels. Pour bien percevoir ce phénomène, nous augmentons les taux de cotisation du système de retraite de 10 % à partir de 2010 ($\tau_{rb}(t)$ dans le régime de base, $\tau_1(t,c)$ et $\tau_2(t,c)$ dans les régimes complémentaires et $\tau_{rf}(t)$ dans le régime de la fonction publique) et le taux de cotisation unique du système par comptes notionnels (τ_{cn}) à partir de la mise en place de celui-ci en 2015. Cet accroissement du taux de cotisation se traduit immédiatement et mécaniquement par un alourdissement de la masse

Graphiques 4 : évolution du solde des régimes de retraite

4.1 Système de retraite actuel - écart en points de % par rapport au scénario de référence



4.2 Système de retraite par comptes notionnels - écart en points de % par rapport au scénario CN

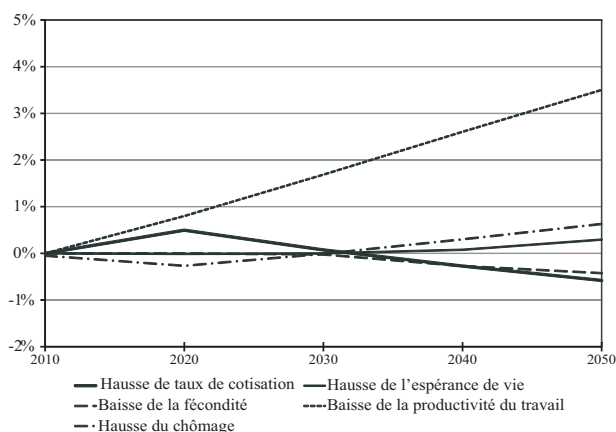


Lecture : en 2050, l'augmentation de l'espérance de vie réduit de 1,1 point le solde des régimes de retraite par rapport au scénario de référence lorsque l'on se place dans le cadre du système de retraite actuel (graphique 4.1), alors que ce solde est inchangé en 2050 en cas d'un accroissement de l'espérance de vie de même ampleur lorsque l'on se situe dans le cadre d'un système de retraite par comptes notionnels (graphique 4.2).

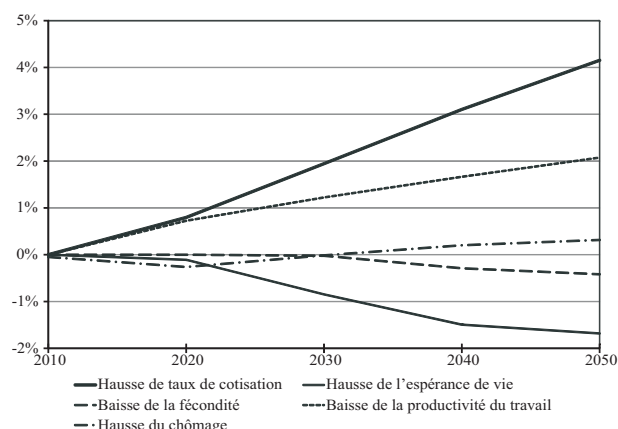
Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

Graphiques 5 : évolution du ratio pension moyenne sur salaire moyen

5.1 Système de retraite actuel - écart en points de % par rapport au scénario de référence



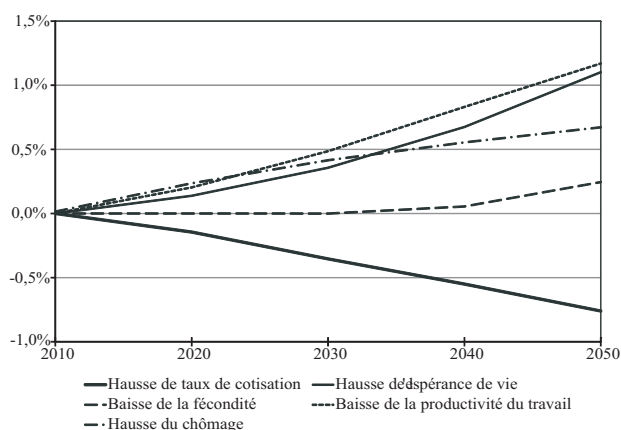
5.2 Système de retraite par comptes notionnels - écart en points de % par rapport au scénario CN



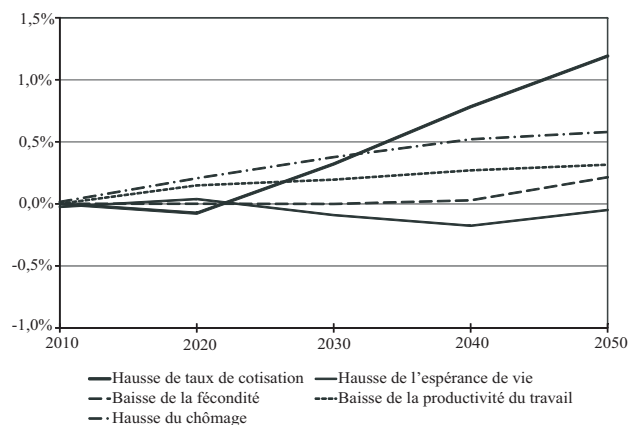
Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

Graphiques 6 : évolution des dépenses de retraite (en % du PIB)

6.1 Système de retraite actuel - écart en points de % par rapport au scénario de référence



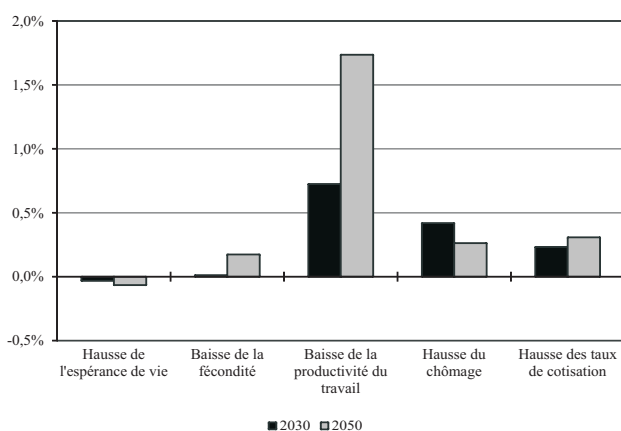
6.2 Système de retraite par comptes notionnels - écart en points de % par rapport au scénario CN



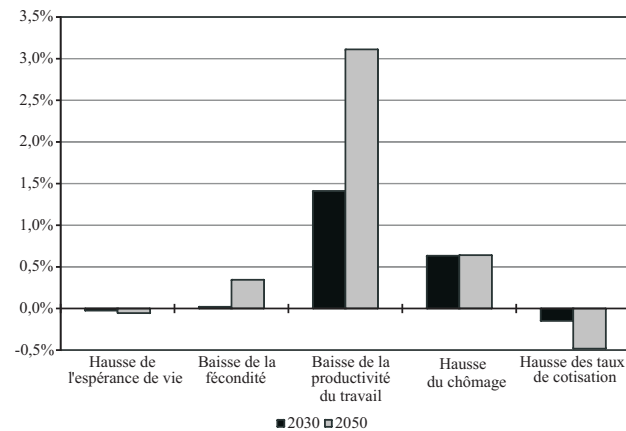
Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

Graphiques 7 : évolution du taux d'activité des 60-74 ans

7.1 Système de retraite actuel - écart en points de % par rapport au scénario de référence



7.2 Système de retraite par comptes notionnels - écart en points de % par rapport au scénario CN



Source : simulations du modèle Olgamap actualisé.

des prélèvements des régimes de retraite actuels. Ceci réduit le besoin de financement du système, alors que cet effet positif n'est que très temporaire dans le cas du système par comptes notionnels (graphiques 4). En effet, dans ce dernier système, tout accroissement du taux de cotisation se répercute rapidement sous la forme d'une augmentation des pensions versées, puisque le système est à cotisations définies. Le ratio de la pension moyenne au salaire moyen augmente alors progressivement sur l'horizon d'étude (graphique 5.2) et le poids des pensions dans le PIB suit la même tendance (graphique 6.1). À l'inverse, dans le système actuel, la masse des pensions versées demeure constante et le poids relatif des dépenses de retraite tend à diminuer. En effet, la réduction des besoins de financement desserre en partie la contrainte financière de l'État et permet une réaffectation de l'épargne publique vers de l'investissement productif. Ceci se traduit par un rythme de croissance plus soutenu. Ainsi, si le choix du taux de cotisation constitue l'un des trois leviers d'action (avec le niveau des pensions et l'âge effectif de départ à la retraite) de l'équilibre du système de retraite actuel, il disparaît dans le cadre du système par comptes notionnels pour devenir un simple élément de générosité de celui-ci.

Conclusion

Cet article évalue les effets d'une transformation du système de retraite français en un système par comptes notionnels à l'aide d'un modèle d'équilibre général à générations imbriquées permettant de prendre en compte les effets de bouclage macroéconomique. En particulier, nous simulons les effets de la mise en place progressive, entre 2015 et 2030, d'un système unique par comptes notionnels se substituant entièrement, à terme, à tous les régimes actuels, de base et complémentaires. Nous considérons ici un taux de cotisation fixé de manière à maintenir constante la masse des cotisations découlant de l'ancien système à la date de début de la transition, un taux de rendement appliqué aux cotisations versées égal au taux de croissance annuel du PIB, un taux de rendement du capital-retraite égal au taux de croissance de la productivité et une indexation des pensions sur les prix. Par rapport à notre scénario de référence, nous montrons que des effets légèrement positifs en termes de financement peuvent apparaître sur l'horizon de projection, même si les besoins de financement demeurent globalement proches de ceux de notre système de retraite actuel.

Nous évaluons ensuite la stabilité du système par comptes notionnels face à divers chocs démographiques, économiques et institutionnels. Les résultats de nos simulations montrent que le

système par comptes notionnels réagit mieux, par rapport au système actuel, dans le cas d'une augmentation de l'espérance de vie ou d'un ralentissement de la productivité du travail. A *contrario*, le système par comptes notionnels réagit de façon relativement similaire au système actuel dans le cas d'une baisse de la fécondité et d'une aggravation du chômage. Enfin, dans le cas d'un alourdissement des cotisations, l'effet sur les besoins de financement dans un système par comptes notionnels est évidemment négatif, du fait d'un accroissement parallèle de la valeur des pensions.

La proposition d'un passage vers un système par comptes notionnels semble séduisante. Grande clarté, mécanismes autorégulateurs, lien explicite entre cotisations et pensions constituent quelques-uns des avantages des comptes notionnels. Les gains financiers réalisés par les comptes notionnels à l'horizon des prochaines décennies sont néanmoins entièrement dépendants du paramétrage du système. Une remise à plat du système ne ferait donc pas apparaître de solution miracle. Une fois épuisée la possibilité d'allonger la durée de cotisation, le choix devra porter sur l'arbitrage entre augmentation des cotisations et générosité du système. Certes, les évaluations que nous avons proposées reposent sur des hypothèses incertaines (démographie, progrès technique, etc.). Face à ces incertitudes, un système par comptes notionnels présente l'avantage d'une meilleure adaptabilité aux évolutions observées. Plus qu'une formule miracle, c'est cette propriété dynamique qui doit être recherchée dans la réforme structurelle des régimes.

Notes

(1) Une réforme paramétrique s'attache à modifier un ou plusieurs paramètres du système de retraite (par exemple, le taux de cotisation), alors qu'une réforme systémique change la philosophie de fonctionnement du système (par exemple, passage d'un système de répartition à un système de capitalisation).

(2) C'est précisément une version simplifiée de ce modèle qui est utilisée dans Blanchet (2009).

(3) Par rapport à la précédente version du modèle Olgamap (Chojnicki et Magnani, 2008, et Chateau, Chojnicki et Magnani, 2009), la version utilisée ici se distingue par : 1) un important travail d'actualisation, notamment pour intégrer les effets de la crise récente ; 2) le développement d'un module spécifique permettant de différencier l'âge de départ à la retraite à l'intérieur d'une génération et de le rendre endogène ; 3) l'introduction d'un rendement différencié entre le capital physique et les titres sur la dette publique.

(4) Plus précisément, les données utilisées sont tirées de *European Social Statistics*, édition 2013.

(5) Ce pourcentage est fondé sur la proportion de cotisants à l'Association générale des institutions de retraite des cadres (Agirc), auxquels sont ajoutés les cotisants aux tranches supérieures d'autres régimes en points (Institution de retraite complémentaire des agents non titulaires de l'État et des collectivités publiques -Ircantec-, etc.) tels qu'ils ressortent de l'échantillon interrégimes des retraités (EIR).

(6) Ce pourcentage est tiré de l'Agirc mais aussi de l'Ircantec.

(7) Source : ministère de la Fonction publique.

(8) Se reporter à la deuxième partie de l'article intitulée "Dynamique et bouclage macroéconomique", deuxième sous-partie ("Équilibre du marché financier") pour l'explicitation de la relation entre les rendements du capital physique $r_K(t)$ et des titres de la dette publique $r_{bond}(t)$.

(9) Le détail des cotisations de retraite portant sur les revenus d'activité est abordé dans la deuxième partie de l'article ("Dynamique et bouclage macroéconomique"), première sous-partie ("Situation financière des caisses de retraite").

(10) Nous supposons ici simplement que les legs sont taxés à 100 % par l'État et redistribués de façon forfaitaire et uniforme à tous les individus survivants d'âge adulte.

(11) *A contrario*, les taux d'activité demeurent exogènes avant l'âge de 59 ans.

(12) Bommier *et alii* (2001) présentent une revue de la littérature sur les modèles d'offre de travail permettant d'expliquer le choix de départ à la retraite. En particulier, ils discutent trois typologies. Dans les modèles de cycle de vie (i), l'individu choisit le profil de consommation et la date de départ à la retraite de façon à maximiser sa fonction d'utilité intertemporelle (qui dépend de la consommation et du loisir obtenu en partant à la retraite), en respectant une contrainte budgétaire intertemporelle. Dans les modèles à choix d'option (ii), l'individu calcule, pour chaque date possible de départ à la retraite, la valeur actualisée espérée des revenus et choisit, une fois pour toutes, la date de départ à la retraite qui garantit le niveau d'utilité le plus élevé. Dans les modèles de programmation dynamique (iii), l'individu, à chaque date, choisit de continuer à travailler ou de partir à la retraite sur la base du niveau d'utilité espéré que les deux options donnent. Notre choix de modélisation est plus proche des modèles de cycle de vie, avec la différence que l'individu n'effectue pas le choix (discret) de la date de départ à la retraite mais celui, à chaque période, du niveau du taux d'activité à partir de 59 ans.

Évidemment, en considérant une génération, une baisse au cours du temps du taux d'activité est interprétable comme le départ à la retraite d'une fraction d'individus appartenant à cette génération.

(13) Dans la pratique, il s'agit des 25 meilleures années à partir de la génération née en 1948.

(14) L'Association pour le régime de retraite complémentaire des salariés (Arrco) gère le régime de retraite complémentaire de l'ensemble des salariés du secteur privé de l'industrie, du commerce, des services et de l'agriculture, cadres compris (pour la partie de leur salaire en-dessous du plafond de la sécurité sociale). L'Association générale des institutions de retraite des cadres (Agirc) gère le régime de retraite des cadres du secteur privé de l'industrie, du commerce, des services et de l'agriculture.

(15) Les cotisations à l'Agirc et à l'Arrco sont majorées par un taux d'appel de 125 %, ce qui fait qu'une partie des cotisations versées ne génère pas de points.

(16) Ces chiffres sont calculés sur la base des données des rapports sur les comptes de la Sécurité sociale, en tenant notamment compte de l'ensemble des dépenses des régimes en points des non-salariés du secteur privé dans la caisse complémentaire et de l'ensemble des dépenses des régimes en annuités de ces mêmes individus dans le régime de base. Les prestations versées par les régimes spéciaux sont, quant à elles, regroupées dans le "régime public".

(17) Rappelons que la caisse de retraite des fonctionnaires est à l'équilibre pour l'année 2000 par fixation du taux de taxe proportionnelle sur l'ensemble des revenus des agents, τ . Ce taux demeure ensuite constant sur l'ensemble de la période de simulation.

(18) En fonction des hypothèses retenues, les besoins de financement des régimes de retraites varieraient de 1,7 % à 3,0 % en 2050 et le ratio de la pension moyenne au salaire moyen diminuerait de 15 % à 23 % selon le COR (2010b). Le COR a, depuis, actualisé les résultats de son exercice de projection (COR, 2012). Il aboutit notamment à une stabilisation beaucoup plus forte de la part des pensions dans le PIB ainsi qu'à une réduction des besoins de financement, comparativement au précédent rapport (COR, 2010b) auquel nous comparons nos propres résultats. Notre article ayant été achevé avant que le rapport du COR (2012) ne soit rendu public, nous préférons, pour des raisons de comparabilité, nous référer au rapport de 2010 pour situer les résultats de notre scénario de référence. Si les conclusions du COR sont sensiblement différentes entre les rapports de 2010 et 2012, ceci ne met pour autant nullement en cause nos résultats s'agissant de la mise en place d'un régime de retraite par comptes notionnels, ainsi que de la stabilité d'un tel système à différents chocs démographiques ou économiques. Toutefois, l'actualisation par le COR de son exercice d'évaluation présente le mérite de rappeler la sensibilité de telles évaluations à long terme aux hypothèses retenues (notamment en matière d'évolution démographique, de croissance économique ou d'évolution du taux de chômage) et plaide plutôt en faveur de la mise en place d'un système qui serait plus insensible à ces évolutions. L'un des objectifs de notre travail consiste justement à évaluer dans quelle mesure une réforme structurelle, telle qu'un passage vers un système par comptes notionnels, pourrait aller dans le sens d'une meilleure adaptabilité du système aux évolutions économiques et démographiques.

(19) Il s'agit d'une hypothèse extrême. En pratique, la spécificité des différents régimes pourrait être en partie conservée à l'aide, par exemple, d'un second pilier propre à chaque régime.

(20) Notons qu'en Suède, le taux retenu est le taux de croissance moyen des salaires ; en Italie, il s'agit du taux de croissance moyen du PIB des cinq dernières années.

(21) En Suède et en Italie, les taux de rendement retenus sont, respectivement, de 1,6 % et 1,5 %.

(22) Par exemple, dans le régime Arrco, il existe deux tranches de cotisations : la première pour la part de rémunération inférieure au plafond de la Sécurité sociale ; la seconde pour la part de rémunération comprise entre une et trois fois le plafond de la Sécurité sociale.

(23) Cette hypothèse est proche de celle retenue dans Blanchet (2009), où le système par comptes notionnels porte sur l'ensemble des salaires jusqu'à huit fois le plafond de la sécurité sociale.

(24) Dans le modèle, $\tau_{of}(t)$ désigne la cotisation salariale et $\tilde{\tau}$ la cotisation implicite portant sur l'ensemble des revenus des agents.

(25) Un prolongement de la réforme sur l'horizon de projection permettrait naturellement un meilleur ajustement du système de retraite actuel aux gains d'espérance de vie.

(26) Par contre, r_{pens} demeure fixe, à 1,8 %, correspondant au taux de croissance de la productivité. En effet, du fait de l'hypothèse d'absence d'anticipation, il est impossible de connaître par avance le sentier d'évolution de la masse salariale au moment de la liquidation de la pension.

Bibliographie

Albert C. et Oliveau J. (2009). "Simulations, à l'aide du modèle Prisme de la Cnav, des effets du passage du calcul des pensions au régime général à un système en comptes notionnels", Document préparatoire au septième rapport du COR, 42 pages.

Arrondel L. et Laferrère A. (2001). "Taxation and Wealth Transmission in France", *Journal of Public Economics*, n° 79, pp. 3-33.

Auerbach A. et Kotlikoff L. (1987). *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press, 196 pages.

Auerbach A. et Lee R. (2009). "Notional Defined Contribution Pension Systems in a Stochastic Context: Design and Stability", NBER Chapters, in : *Social Security Policy in a Changing Environment*, National Bureau of Economic Research, Inc., 2009, pp. 43-68.

Auerbach A. et Lee R. (2011). "Welfare and Generational Equity in Sustainable Unfunded Pension Systems", *Journal of Public Economics*, vol. 95, n° 1-2, pp. 16-27.

Bac C., Bonnet C., Bontout O. et Cornilleau G. (2003). "Exercices de simulation de l'évolution à long terme du système de retraite", Document de travail, Drees, Série Études, n°38, 68 pages.

Blanchet D. (1992). "Retraites et croissance à long terme : un essai de simulation", *Économie et Prévision*, n° 105, pp. 1-16.

Blanchet D. (2009). "Transition vers un système en comptes notionnels : quelques scénarios exploratoires portant sur le coeur du système", Document préparatoire au septième rapport du Conseil d'Orientation des Retraites, 8 pages.

Blanchet D., Buffeteau S., Crenner E. et Le Minez S. (2011). "Le modèle de microsimulation Destinie 2 : principales caractéristiques et premiers résultats", *Économie et Statistique*, n° 441-442, pp. 101-121.

Blanpain N. et Chardon O. (2010). "Projection de population 2007-2060 pour la France métropolitaine", *Insee Résultats - Société*, n° 117.

Bommier A., Magnac T. et Roger M. (2001). "Départs en retraite : évolutions récentes et modèles économiques", *Revue Française d'Économie*, vol. 16, n° 1, pp. 79-124.

Bozio A. et Piketty T. (2008). *Pour un nouveau système de retraite - des comptes individuels de cotisation financée par répartition*, Collection du Cepremap, Édition Rue d'Ulm/Presses de l'École normale supérieure, 98 pages.

Brender A. et Gabrielli D. (2001). "Les aspects financiers du vieillissement de la population", *Bulletin de la Banque de France* n° 92, pp. 71-78.

Chateau, J., Chojnicki X. et Magnani R. (2009). "Disparities in Pension Systems and Financial Flows among European Countries", *Journal of Pension Economics and Finance*, vol. 8, n° 1, pp. 1-33.

Chojnicki X. et Magnani R. (2008). "Vieillesse, retraite et ouverture financière en Europe : des réformes encore insuffisantes", *Économie Internationale*, n° 113, pp. 65-93.

Conseil d'Orientation des Retraites (2001). *Retraites : renouveler le contrat social entre les générations – Orientations et débats*, Premier rapport au Premier Ministre, La Documentation française, décembre, 400 pages.

Conseil d'Orientation des Retraites (2006). *Retraites : perspectives 2020 et 2050*, Troisième rapport au Premier Ministre, La Documentation française, mars, 320 pages.

Conseil d’Orientation des Retraites (2007). *Retraites : 20 fiches d’actualisation pour le rendez-vous de 2008*, Cinquième rapport au Premier Ministre, La Documentation française, novembre, 240 pages.

Conseil d’Orientation des Retraites (2010a). *Retraites : annuités, points ou comptes notionnels ? Options et modalités techniques*, Septième rapport au Premier Ministre, La Documentation française, janvier, 312 pages.

Conseil d’Orientation des Retraites (2010b). *Retraites : perspectives actualisées à moyen et long terme en vue du rendez-vous de 2010*, Huitième rapport au Premier Ministre, La Documentation française, juin, 120 pages.

Conseil d’Orientation des Retraites (2012). *Retraites : perspectives 2020, 2040 et 2060*, Onzième rapport au Premier Ministre, La Documentation française, décembre, 148 pages.

d’Autume A. et Quinet A. (2001). “Une maquette de moyen terme de l’économie française”, *Économie et Prévision*, n°148, pp. 1-21.

Filatriau O. (2011). “Projections à l’horizon 2060 : des actifs plus nombreux et plus âgés”, *Insee Première*, n°1345, Insee, 4 pages.

Gronchi S. et Gismondi F. (2010). “Backward-Looking and Forward-Looking Notional Defined-Contribution Pension Schemes”, Sapienza University of Rome Working Paper n° 2/10, January, 16 pages.

Hairault J., Langot F. et Sopraseuth T. (2004). “Retraite choisie et réduction des déficits”, *Revue Française d’Économie*, vol. 18, n° 3, pp. 75-136.

Hénin P. et Weitzenblum T. (2004). “Éléments d’évaluation de la réformes des retraites”, *Revue Française d’Économie*, vol. 18, n° 3, pp. 9-73.

Lindbeck A. et Persson M. (2003). “The Gains from Pension Reform”, *Journal of Economic Literature*, vol. 41, n° 1, pp. 74-112.

Settergren O. et Mikula B. (2005). “The Rate of Return of Pay-As-You-Go Pension Systems: A More Exact Consumption-Loan Model of Interest”, *Journal of Pension Economics and Finance*, vol. 4, n° 2, pp. 115-138.

Valdés-Prieto S. (2000). “The Financial Stability of Notional Account Pensions”, *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 102, n° 3, pp. 395-417.